



Aalto-yliopisto
Insinööritieteiden
korkeakoulu

Annamari Vuola

Ranta-asumisen maankäyttömuutosten vaikutus vesistökuormitukseen

Diplomityö, joka on jätetty opinnäytteenä tarkastettavaksi
diplomi-insinöörin tutkintoa varten.

Espoossa 21.11.2017

Valvoja: Professori Harri Koivusalo

Ohjaajat: Professori Raine Mäntysalo, DI Leena Iso-Markku

Tekijä Annamari Vuola

Työn nimi Ranta-asumisen maankäyttömuutosten vaikutus vesistökuormitukseen

Koulutusohjelma Yhdyskunta- ja ympäristötekniikka

Pää-/sivuaine Vesi- ja ympäristötekniikka

Koodi R3005

Työn valvoja Professori Harri Koivusalo

Työn ohjaaja(t) Professori Raine Mäntysalo, DI Leena Iso-Markku

Päivämäärä 21.11.2017

Sivumäärä 78

Kieli suomi

Tiivistelmä

Nykyään käytössä olevat rantojen mitoitusperiaatteet perustuvat rakennuspaikkojen määrään rantakilometrillä, mikä turvaa maanomistajien tasavertaista kohtelua, mutta jättää vesiensuojelun näkökulman vähemmälle huomiolle. Työssä tutkittiin rantojen maankäyttömuutosten vaikutusta vesistökuormitukseen (typpi ja fosfori) ja nostettiin käytössä olevien rantojen mitoitusperiaatteiden rinnalle vesiensuojelun näkökulma ravinnekuormituksen kautta. Työssä selvitettiin myös rantojen suunnitteluun ja vesiensuojeluun liittyvää lainsäädäntöä.

Lohjalla sijaitsevan Hormajärven valuma-alueelle luotiin viisi maankäytön skenaarioita, joiden tarkoituksena oli selvittää erilaisten maankäytön muutosten vaikutuksia järven vesistökuormitukseen. Kuormitusarviot laskettiin ominaiskuormituslukujen avulla. Jokaiselta skenaariorilta laskettiin kuormitusarvio koko valuma-alueelta ja 200 m levyiseltä ranta-alueelta. Skenaarioiden perusteella laskettuja kuormitustuloksia tarkasteltiin suuntaa antavina kuormitusarvioina, jotka soveltuivat kuormittajien keskinäisten suhteiden tarkasteluun.

Sekä typpi- että fosforikuormituksen skenaariotarkastelussa osoitettiin, että asukkaiden liittyminen viemäriverkostoon oli tärkeä tekijä kuormituksen pienentämisessä. Vastavasti voimakas vakituisten asukkaiden lisääminen valuma-alueella kasvatti kuormituksen määrää. Kaikista pienimmät kokonaiskuormitukset saatiin, kun maatalouden peltoja muutettiin asumisen käyttöön. Peltojen kuormitus oli suurta kaikissa skenaarioissa, etenkin fosforin osalta. Asumisen maankäyttömuutosten aiheuttamat kuormituksen vaihtelut havaittiin selvästi tuloksista, mutta asumisen kuormitus ei kuitenkaan dominoinut kuormituksen jakaumaa skenaarioissa. Asumisen maankäyttömuutoksia kärjistettiin skenaarioissa, mutta nämä melko radikaalit muutokset eivät aiheuttaneet kovin kärjistyneitä kuormitustuloksia.

Hormajärvellä suurin osa vakituisesta ja vapaa-ajan asumisesta oli rannan läheisyydessä, minkä johdosta ranta-alueella syntyi pinta-alaa kohden enemmän vesistökuormitusta kuin valuma-alueella. Vaikka työssä oltiin kiinnostuneita ranta-alueista, vesiensuojelun kannalta on olennaista tarkastella koko valuma-alueelta tulevan kuormituksen määrää pelkän ranta-alueen sijaan. Lisäksi kaikkia kuormituksen lähteitä tulee tarkastella, jos vesistökuormituksen määrään halutaan vaikuttaa.

Avainsanat ranta, asuminen, fosfori, typpi, kuormitus, maankäyttö, haja-asutus, ominaiskuormitusluku, vesiensuojelu, Hormajärvi



Author Annamari Vuola

Title of thesis Impacts of land use changes in waterfront housing areas on loads to surface waters

Degree programme Civil and Environmental Engineering

Major/minor Water and Environmental Engineering

Code R3005

Thesis supervisor Professor Harri Koivusalo

Thesis advisor(s) Professor Raine Mäntysalo, M. Sc. (Tech.) Leena Iso-Markku

Date 21.11.2017

Number of pages 78

Language Finnish

Abstract

Contemporary zoning of waterfronts is based on the quantity of building sites per shoreline km, which ensures equal treatment for landowners but leaves less attention to the issues of water protection. Consequently, this thesis investigates the impact of land use changes on the waterfronts to the nutrient load (nitrogen and phosphorus) and emphasizes the aspect of water protection alongside the principles of zoning of waterfronts through nutrient load. This thesis also investigates the legislation of waterfront planning and water protection.

Five land use scenarios were created for the lake Hormajärvi catchment area in Lohja to determine the effects of different land use changes on lake nutrient loads. Nutrient load estimation was calculated using specific export coefficients (pollution coefficients). For each scenario, a load estimation was calculated for the entire catchment area and for a 200 m wide waterfront area. The load results, based on the scenarios, were considered as indicative load estimates that were suitable for examining the relationships between the sources of the nutrient load.

In both nitrogen and phosphorus scenarios, it was noticed that the residents' access to the sewerage network was an important factor in reducing the nutrient load. Similarly, the intense increase in the number of permanent residents increased the nutrient load. The smallest total loads were obtained when parts of the agricultural fields were converted to housing. The loads from agriculture were high in all scenarios especially in the case of phosphorus. The fluctuation in the loads caused by land use changes in housing were clearly observed but nutrient load caused by housing did not dominate the distribution of loads in the scenarios. The land use changes in housing were generalized in the scenarios, but these rather radical changes did not cause much increased loads.

In Hormajärvi most of the permanent and vacation housing was located near the waterfront, resulting in more nutrient load per area unit than per the catchment area unit. Although the waterfront was a main focus in the thesis it is also essential to take into account the amount of nutrient load from the entire catchment area rather than only from a 200 m waterfront area in terms of water protection. In addition, all nutrient load sources should be observed if the nutrient load volume is to be influenced.

Keywords waterfront, housing, phosphorus, nitrogen, load, land use, rural settlement, specific export coefficients, water protection, Hormajärvi

Alkusanat

Tämä diplomityö on tehty Aalto-yliopiston insinööritieteiden korkeakoululla sekä Lohjan kaupungin kaavoituksen tulosalueella. Työ on tehty kaavoituksen rantojen suunnittelun tueksi. Diplomityö on osa Sininen Lohja -projektia. Työ tehdään, koska Lohjan kaavoitus ilmaisi mielenkiintonsa työkaluun tai tapaan, jolla vesistön näkökulmaa voisi ottaa nykyistä enemmän mukaan kaavoitusprosessissa.

Olen erityisen kiittollinen Lohjan kaupungille mielenkiintoisesta diplomityöaiheesta ja työn mahdollistamisesta. Lisäksi haluan kiittää työtä rahoittaneista apurahoista Maa- ja vesitekniikan tuki ry:tä ja Aalto-yliopiston tekniikan tukisäätiötä sekä apurahan taustalla olevaa lahjoittajaa, Lohjan kaupunkia.

Työn valvojana toimi professori Harri Koivusalo Aalto-yliopistosta, ja ohjaajina toimivat professori Raine Mäntysalo Aalto-yliopistosta ja DI Leena Iso-Markku Lohjan kaupungilta. Haluan kiittää heitä saamastani tuesta, neuvoista ja kärsivällisyydestä koko diplomityöprosessin aikana. Erityiskiitos kuuluu myös Kaisa Långströmille Lohjan kaupungilta kaikesta avusta työn tekemisessä ja sen kommentoinnista. Kiitos myös kaikille apua tarjonneille ja työtä kommentoineille tahoille.

Haluan kiittää myös vanhempiani ja sisaruksiani kaikesta kärsivällisyydestä ja tuesta, joita ilman en olisi koskaan päässyt tähän pisteeseen. Suuri kiitos myös Jannelle sekä Blondikerholle ja muille ystävilleeni saamastani vertaistuesta ja rohkaisevista sanoista kaikkien näiden vuosien aikana. Ilman teitä työ ei olisi koskaan valmistunut.

Espoo 21.11.2017

Annamari Vuola

Sisällysluettelo

Tiivistelmä	
Abstract	
Alkusanat	
Sisällysluettelo	5
Merkinnät	7
Lyhenteet	8
Kuvaluettelo	9
Taulukkoluetelo	10
1 Johdanto	11
1.1 Tausta	11
1.2 Tavoitteet	12
1.3 Rakenne ja rajaukset	13
2 Rantarakentamisen ohjaus ja vesistökuormitus Suomessa	14
2.1 Mitoitusperiaatteet	14
2.2 Lainsäädäntö	16
2.2.1 Maankäyttö- ja rakennuslaki	16
2.2.2 Muu lainsäädäntö ja kansainväliset sopimukset	22
2.3 Kuormituksen lähteet	24
2.3.1 Yhdyskunnat	25
2.3.2 Haja-asutus ja vapaa-ajan asunnot	27
2.3.3 Maatalous	27
2.3.4 Metsätalous	28
2.3.5 Turvetuotanto	29
2.3.6 Taustakuormitus ja laskeuma	29
2.3.7 Sisäinen kuormitus	30
2.4 Ominaiskuormitusluvut	30
2.5 Rantojen rakentamisen suunnittelu ja vesistökuormitus – Hormajärvi	31
3 Aineistot ja tutkimusalueen kuvaus	33
3.1 Hormajärven valuma-alue	33
3.1.1 Veden laatu ja Hormajärven kunnostus	33
3.1.2 Väestö, rakennukset ja vesihuolto	34
3.1.3 Suunnittelutilanne	36
3.1.4 Hormajärveen laskevat ojat	37
3.2 Aiemmat kuormitusselvitykset Hormajärven valuma-alueelta	38
3.3 Lähtötiedot	40
3.3.1 Maanpeiteaineisto	40
3.3.2 Muut paikkatietoaineistot	41
3.3.3 Muut aineistot	42
4 Menetelmät	43
4.1 Kuormituksen laskennan periaatteet	43
4.2 Valitut ominaiskuormitusluvut	44
4.3 Vakituisten ja vapaa-ajan asukkaiden määrittäminen	46
4.4 Liittymisasteet	46
4.5 Maankäytön osuuksien määrittäminen	46
4.6 Skenaariot ja niiden rakentaminen	48
5 Tulokset ja niiden tarkastelu	51

5.1	Skenaariot.....	51
5.2	Kuormitus.....	52
5.2.1	Skenaarioiden kuormitusarviot	53
5.2.2	Skenaariot ja aiemmat hajakuormitusselvitykset.....	66
5.3	Epävarmuustekijät.....	68
6	Johtopäätökset.....	71

Merkinnät

A_{ij}	[ha]	kuormittava pinta-ala
A_{maa}	[ha]	valuma-alueen pinta-ala
A_{vesi}	[ha]	vesialueen pinta-ala
B_{kj}	[kg a ⁻¹]	vuotuinen taustakuorma
D_{kj}	[kg a ⁻¹]	vuotuinen laskeuma
F_{ikj}	[kg a ⁻¹]	vuotuinen metsätalouden kuormitus
L_{kj}	[kg a ⁻¹]	vuotuinen kokonaiskuormitus
M_{ikj}	[kg a ⁻¹]	vuotuinen peltoviljelyn kuormitus
N_F	[-]	metsätalouden kuormitusta aiheuttavien toimenpiteiden lukumäärä
N_M	[-]	peltoviljelyn kuormitusta aiheuttavien toimenpiteiden lukumäärä
N_S	[-]	muun maankäytöstä johtuvan kuormitusta aiheuttavan toiminnan tai toimenpiteiden lukumäärä
N_Y	[-]	muista kuormitusta aiheuttavan toiminnan tai toimenpiteen lukumäärä
S_{ikj}	[kg a ⁻¹]	muu maankäytöstä johtuva vuosittainen kuormitus
T_{ij}	[as]	kuormitusyksikköjen (asukkaiden) lukumäärä
Y_{ikj}	[kg a ⁻¹]	muista kuormituslähteistä tuleva vuosittainen kuormitus
b_k	[kg ha ⁻¹ a ⁻¹]	taustakuormitusluku
d_k	[kg ha ⁻¹ a ⁻¹]	laskeuman ominaiskuormitusluku
f_{ik}	[kg ha ⁻¹ a ⁻¹]	metsätalouden kuormituslähteen ominaiskuormitusluku
i	[-]	kuormitusta aiheuttava tekijä
j	[-]	tietty vuosi
k	[-]	tietty kuormitusta aiheuttava aine
m_{ik}	[kg ha ⁻¹ a ⁻¹]	maatalouden (peltoviljelyn) kuormituslähteen ominaiskuormitusluku
s_{ik}	[kg ha ⁻¹ a ⁻¹]	muun maankäytön kuormituslähteen ominaiskuormitusluku
y_{ik}	[kg as ⁻¹ a ⁻¹]	muun kuormituslähteen ominaiskuormitusluku (kuormitus asukasta kohden vuodessa)

Lyhenteet

CLC2012	CORINE (<i>Coordination of Information on the Environment</i>) Land Cover 2012, maanpeitteen paikkatietoaineisto
QGIS	Quantum GIS (<i>Geographic Information System</i>), vapaa paikkatietojärjestelmäohjelmisto
ESDP	<i>European Spatial Development Perspective</i> , Euroopan aluesuunnittelun ja aluekehityksen suuntaviivat
EU	Euroopan unioni
HELCOM	Itämeren alueen merellisen ympäristön suojelua koskeva yleissopimus
k-m ²	kerrosneliömetri
KALLE	metsätalouden typpi-, fosfori- ja kiintoainekuormituksen laskentamenetelmä
KUSTAA	valuma-alueen vesistökuormituksen laskennan työkalu
LAPIO	Suomen ympäristökeskuksen latauspalvelu
LSL	Luonnonsuojelulaki
MML	Maanmittauslaitos
MRL	Maankäyttö- ja rakennuslaki
N	typpi
P	fosfori
SYKE	Suomen ympäristökeskus
VAT	valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet
VEPS	ympäristöhallinnon vesistökuormituksen arviointi- ja hallintajärjestelmä
VHL	Vesihuoltolaki
VIHMA	viljelyalueiden valuntavesien hallintamalli
YK	Yhdistyneet kansakunnat
YSL	Ympäristönsuojelulaki

Kuvaluettelo

<i>Kuva 1. Etelä-Savon maakuntaliiton malli muunnetun rantaviivan laskemiseksi (Jarva 2005).</i>	15
<i>Kuva 2. Eri lakien ja tavoitteiden huomioon ottaminen ja yhteensovittaminen rantojen suunnittelussa (Jarva 2005).</i>	16
<i>Kuva 3. Piste- ja hajakuormituksen osuudet fosfori- ja typpikuormituksesta Suomessa vuonna 2011 (Laitinen et al. 2014).</i>	25
<i>Kuva 4. CORINE aineiston mukainen maanpeitetyyppien jakautuminen Suomessa vuonna 2012 (SYKE 2016c).</i>	25
<i>Kuva 5. Hormajärvi ja sen valuma-alueen sijainti (Maanmittauslaitoksen Taustakarttasarjan 04/2017 aineistoa, Valuma-aluejako / Lähde: SYKE).</i>	33
<i>Kuva 6. Väestön jakautuminen sekä vesihuoltoverkoston laajuus Hormajärven valuma-alueella.</i>	35
<i>Kuva 7. Vakituisten asuinrakennusten jakautuminen sekä vesihuoltoverkoston laajuus Hormajärven valuma-alueella.</i>	35
<i>Kuva 8. Vapaa-ajan asuinrakennusten jakautuminen sekä vesihuoltoverkoston laajuus Hormajärven valuma-alueella.</i>	36
<i>Kuva 9. Voimassa olevat kuntatason kaavat Hormajärven valuma-alueella (muokattu, Lohjan kaupunki 2017).</i>	37
<i>Kuva 10. Hormajärveen laskevat 43 ojaa. Punaisella numerolla merkityissä ojissa on havaittu olevan suurimmat virtaamat, ja alleviivattuja puroja on kunnostettu. (muokattu, Heiskanen et al. 2011.)</i>	38
<i>Kuva 11. Kuormituslähteiden osuudet Hormajärven valuma-alueen kokonaistyyppikuormituksesta vuonna 2003 (muokattu kohteesta Valjus 2003).</i>	39
<i>Kuva 12. Kuormituslähteiden osuudet Hormajärven valuma-alueen kokonaisfosforikuormituksesta vuonna 2003 (muokattu kohteesta Valjus 2003).</i>	40
<i>Kuva 13. CLC2012 -hankkeen rasterimuotoinen maanpeiteaineisto Hormajärven valuma-alueelta, ja aineistossa käytetty maanpeitetyyppien alaluokkien numerointi (Corine maanpeite 2012 / Lähde: SYKE (osittain Metla, MAVI, LIVI, VRK, MML Maastotietokanta 05/2012)).</i>	41
<i>Kuva 14. Työn rakennekaavio.</i>	43
<i>Kuva 15. CLC2012 -hankkeen rasterimuotoinen aineiston perusteella määritetty maankäyttö Hormajärven valuma-alueella sekä alue, joka on enintään 200 m etäisyydellä keskivedenkorkeuden mukaisesta rantaviivasta (muokattu, Corine maanpeite 2012 / Lähde: SYKE (osittain Metla, MAVI, LIVI, VRK, MML Maastotietokanta 05/2012)).</i>	47
<i>Kuva 16. Hormajärven valuma-alueen kaltevuusluokittelu, jossa pellot on rajattu erottumaan muista maankäytön muodoista.</i>	47
<i>Kuva 17. Maanpeitetyyppien jakauma Hormajärven a) valuma-alueella ja b) 200 m ranta-alueella vuonna 2012, CLC2012 -hankkeen rasterimuotoinen maanpeiteaineiston mukaan määritettynä (muokattu, Corine maanpeite 2012 / Lähde: SYKE (osittain Metla, MAVI, LIVI, VRK, MML Maastotietokanta 05/2012)).</i>	53
<i>Kuva 18. Typpikuormituksen määrät skenaariokohtaisesti Hormajärven valuma-alueelta.</i>	54
<i>Kuva 19. Fosforikuormituksen määrät skenaariokohtaisesti Hormajärven valuma-alueelta.</i>	56
<i>Kuva 20. Typpikuormituksen määrät skenaariokohtaisesti 200 m ranta-alueelta.</i>	57
<i>Kuva 21. Fosforikuormituksen määrät skenaariokohtaisesti 200 m ranta-alueelta.</i>	58

<i>Kuva 22. Typpikuormituksen alueellinen jakautuminen Nykytilanne -skenaarioissa sekä osavaluma-aluejako ja järveen laskevien uomien suuaukot Hormajärven valuma-alueella.</i>	60
<i>Kuva 23. Fosforikuormituksen alueellinen jakautuminen Nykytilanne -skenaarioissa sekä osavaluma-aluejako ja järveen laskevien uomien suuaukot Hormajärven valuma-alueella.</i>	60
<i>Kuva 24. Typpikuormituksen alueellinen jakautuminen Omakotitalot asuinkäyttöön -skenaarioissa sekä osavaluma-aluejako ja järveen laskevien uomien suuaukot Hormajärven valuma-alueella.</i>	61
<i>Kuva 25. Fosforikuormituksen alueellinen jakautuminen Omakotitalot asuinkäyttöön -skenaarioissa sekä osavaluma-aluejako ja järveen laskevien uomien suuaukot Hormajärven valuma-alueella.</i>	61
<i>Kuva 26. Typpikuormituksen alueellinen jakautuminen Mökki kodiksi -skenaarioissa sekä osavaluma-aluejako ja järveen laskevien uomien suuaukot Hormajärven valuma-alueella.</i>	62
<i>Kuva 27. Fosforikuormituksen alueellinen jakautuminen Mökki kodiksi -skenaarioissa sekä osavaluma-aluejako ja järveen laskevien uomien suuaukot Hormajärven valuma-alueella.</i>	62
<i>Kuva 28. Typpikuormituksen alueellinen jakautuminen Pelloista tontteja -skenaarioissa sekä osavaluma-aluejako ja järveen laskevien uomien suuaukot Hormajärven valuma-alueella.</i>	63
<i>Kuva 29. Fosforikuormituksen alueellinen jakautuminen Pelloista tontteja -skenaarioissa sekä osavaluma-aluejako ja järveen laskevien uomien suuaukot Hormajärven valuma-alueella.</i>	63
<i>Kuva 30. Typpikuormituksen alueellinen jakautuminen Nolla+ -skenaarioissa sekä osavaluma-aluejako ja järveen laskevien uomien suuaukot Hormajärven valuma-alueella.</i>	64
<i>Kuva 31. Fosforikuormituksen alueellinen jakautuminen Nolla+ -skenaarioissa sekä osavaluma-aluejako ja järveen laskevien uomien suuaukot Hormajärven valuma-alueella.</i>	64

Taulukkoluetelo

<i>Taulukko 1. Kuormitusarviossa käytetyt ominaiskuormitusluvut.</i>	45
<i>Taulukko 2. Skenaarioiden maankäytön pinta-alat ja osuudet sekä vakituisen ja vapaa-ajan asumisen asukasmäärät ja liittyminen viemäriverkostoon Hormajärven valuma-alueella.</i>	51
<i>Taulukko 3. Skenaarioiden maankäytön pinta-alat ja osuudet sekä vakituisen ja vapaa-ajan asumisen asukasmäärät ja liittyminen viemäriverkostoon alle 200 m etäisyydellä rannasta Hormajärvellä.</i>	52
<i>Taulukko 4. Skenaarioiden typen ja fosforin kokonaiskuormitukset Hormajärvellä.</i>	53
<i>Taulukko 5. Hormajärven valuma-alueen kuormitusarvion tulokset (Valjus 2003) sekä Nolla+ ja Nykytilanne -skenaarioiden kuormitustulokset.</i>	67

1 Johdanto

1.1 Tausta

Rantojen rakentamista ohjataan ensisijaisesti kaavoituksella (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, MRL 72 §). Rannat ovat merkittävä kuntien voimavara, joiden käyttöön liittyy monia tavoitteita. Rantoja käytetään esimerkiksi vapaa-ajanvietto- ja virkistysalueina, ja monet taajamat ovat syntyneet vesistöjen läheisyyteen. Suomessa suuri osa vapaa-ajan asunnoista sijaitsee rannoilla, mutta niillä on myös paljon vakituista asutusta, mikä on tärkeä vetovoimatekijä esimerkiksi maaseudun kunnille. Tästä huolimatta suurin osa Suomen rantaviivasta on rakentamatonta, ja lainsäädännöllä turvataan rakentamattomien rantojen säilyttäminen muun muassa maisemallisista ja luonnon suojeluun liittyvistä syistä. (Hallberg et al. 2015, Jarva 2005, MRL 28 §, 30 §, 39 §, 57 §, 73 §.)

Vapaa-ajan asukkaiden määrällä on merkitystä myös kunnan taloudelle, mökkiläisten käyttäessä erilaisia palveluita ja maksaessa kiinteistöveroja. Vapaa-ajan asunnoilla vietetty aika on lisääntynyt, ja osa niistä on muuttunut kakkosasunnoiksi. Tällöin myös paine muuttaa vapaa-ajan asuntoja vakituisiksi asunnoiksi kasvaa. Käyttötarkoituksen muuttumisella on vaikutusta kunnan talouteen, uusien asukkaiden tuodessa verotuloja kunnille. Uusille asukkaille tulee kuitenkin järjestää tiettyjä palveluita, mikä voi tulla kalliiksi kunnalle varsinkin, jos välimatkat ovat pitkiä. Myös vapaa-ajan asuntojen käytön lisääntyessä varustelutason nouseminen aiheuttaa kuluja kunnalle. (Jarva 2005.) Vapaa-ajan asuntojen käyttömäärän lisääntyminen ja varustelutason nouseminen lisäävät myös vesistökuormituksen määrää (Karonen et al. 2016a).

Rantojen rakentamisella ja valuma-alueiden maankäytöllä on vaikutusta vesistökuormituksen määrään. Rantatonttien rakentamisen lisäksi valuma-alueelle rakennetaan esimerkiksi teitä ja sähkölinjoja, jotka vaikuttavat valuma-alueelta syntyvään kuormitukseen. Yhdyskuntarakenteen hajautuminen taajamien ulkopuolelle vaikuttaa myös kuormitukseen. (Finér et al. 2010, Launiainen et al. 2014, Vakkilainen et al. 2005.) Rantarakentamisessa voidaan kuitenkin hyödyntää olemassa olevia rakenteita, ja rakentamista voidaan säädellä ottaen huomioon arviot rantarakentamisen vaikutuksista sekä ympäristölle että kunnan taloudelle (Jarva 2005).

Luonnonhuhouhtouman lisäksi ihmistoiminnasta aiheutuva vesistökuormitus rehevöittää ja heikentää vesien tilaa Suomessa. Rehevöitymisestä voi seurata veden samentumista, muutoksia kalaston rakenteessa, lisääntynyttä levän ja vesikasvillisuuden kasvua ja siten myös vesistön hapen kulutuksen lisääntymistä, joka voi lisätä sisäistä kuormitusta. Rehevöityminen voi huonontaa myös vesistöjen virkistysarvoa. (Laitinen et al. 2014, Mäenpää & Tolonen 2011.) Ravinnekuormituksen vaikutus pintavesiin vaihtelee, riippuen luontaisista olosuhteista, kuormituksen ajallisesta vaihtelusta vuodenaikojen mukaan sekä biologisesti käytökelpoisten ravinteiden määrästä. Kuormituksen määrään vaikuttavat myös esimerkiksi vuosittaiset vaihtelut hydrologiassa, maankäytön ja valuma-alueen ominaisuudet sekä alueille tehdyt toimenpiteet. (Mäenpää & Tolonen 2011, Tattari et al. 2015.) Suurimmat vesistökuormituksen (typpi (N) ja fosfori (P)) lähteet Suomessa ovat maatalous, yhdyskunnat, haja-asutus ja metsätalous (myös laskeuma), joista maatalouden osuus on ylivoimaisesti suurin (57 % (N) ja 69 % (P), vuonna 2011) (Laitinen et al. 2014).

Typpi, fosfori ja hiili (orgaaninen aines vesistöissä) ovat ravinteita, jotka vaikuttavat pääasiassa vesistöjen rehevöitymiseen ja biomassan kasvuun, ja joiden rajoittamisella vesistövaikutuksia voidaan vähentää. Näiden ravinteiden lisäksi kasvuun vaikuttaa myös muita tekijöitä, kuten lämpötila, valaistusolosuhteet ja sisäinen kuormitus. Usein sisävesissä fosfori ja merialueilla typpi toimii kasvua rajoittava ravinteena (niin kutsuttuna perustuotannon minimiravinteena). (Laitinen et al. 2014.) Rehevöitymisen estämisessä parhaat tulokset saadaan, jos sekä typpi- että fosforikuormaa vähennetään samanaikaisesti, jolloin kuormitusta ei yritetä vähentää ainoastaan rehevyyttä säätelevän minimiravinteiden osalta. Alajuoksulla voi esimerkiksi toinen ravinne olla minimiravinteena. 64 % Suomen järvissä on arvioitu fosforin olevan minimiravinne ja 23 % typpi. 13 % järvistä on fosforin ja typen yhdessä rajoittamia. Rannikolla vesialueet ovat typpi- ja fosfori-typpirajoitteisia. (Antikainen et al. 2009.) Suomen sisävesien ekologinen tila on pääosin erinomainen tai hyvä. Suomen järvistä 85 % on ekologisesti erinomaisessa tilassa ja pintavesistä noin 60 % on erinomaisessa tai hyvässä ekologisessa tilassa. Merialueilla ja rannikoilla veden tila on heikentynyt selvästi. (Laitinen et al. 2014, Mäenpää & Tolonen 2011.) Vesipolitiikan puitedirektiivi (2000/60/EY) koskee rehevöitymisen torjuntaa. Sen tavoitteena on muun muassa saavuttaa vähintään hyvä pintavesien ekologinen ja kemiallinen tila vuoteen 2015 mennessä ja estää pintavesien tilan heikkeneminen. Lisäksi direktiivin tavoitteena oli vähentää haitallisten aineiden kulkeutumista vesistöön.

1.2 Tavoitteet

Työn tavoitteena on tutkia rantojen maankäytön vaikutusta vesistökuormitukseen sekä nostaa käytössä olevien rantojen mitoitusperiaatteiden rinnalle vesiensuojelun näkökulma ravinnekuormituksen arvioinnin kautta. Nykyiset rantojen mitoitusperiaatteet perustuvat rakennuspaikkojen määrään rantakilometrillä, jolloin esimerkiksi vesiensuojelun näkökulma ja muut ympäristötavoitteet jäävät vähemmälle huomiolle. Lisäksi MRL:n lakimuutoksen myötä (MRL 129 a §) on lisääntynyt paine tutkia käyttötarkoituksen muutoksen vaikutuksia ravinnekuormitukseen. MRL 129 a §:n tavoitteena on helpottaa vapaa-ajan asuntojen muuttamista vakituksiksi asunnoiksi. Työssä tarkastellaan kuormitusta luomalla Lohjalla sijaitsevan Hormajärven valuma-alueelle erilaisia maankäytön skenaarioita, ja laskemalla niille kuormitukset ominaiskuormituslukujen avulla. Kuormituksen laskennan tavoitteena on selvittää, millaisia ja kuinka merkittäviä vaikutuksia erilaisilla rantojen maankäytön, kuten asutuksen, muutoksilla on vesistökuormitukseen Hormajärven valuma-alueella. Työssä tehty kuormitusarviot esitetään myös niin, että arviointi voidaan tarvittaessa toistaa ja soveltaa muilla alueilla. Lisäksi tiettyjen kuormittajien tai kuormitusalueiden, kuten rantojen tai loma-asutuksen, osuutta kuormituksesta tarkastellaan erillisenä osana valuma-alueesta ja verrata niitä koko valuma-alueelta tulevaan kuormitukseen.

Lisäksi työn tavoitteena on selvittää, miten esimerkiksi rantojen osayleiskaavoissa voitaisiin ottaa paremmin huomioon vesiensuojelua ja lainsäädännön asettamia tavoitteita sekä selvittää rantojen suunnitteluun ja vesiensuojeluun liittyvää lainsäädäntöä ja kansainvälisiä sopimuksia. Myös rantojen kuormituksen merkitys vesistön kannalta ja mahdollisuudet kuormituksen vähentämiselle rantojen suunnittelussa otetaan työssä huomioon. Laskettujen kuormitusten avulla työssä arvioidaan maankäytön suunnittelun vaihtoehtoja rannoilla ja muulla valuma-alueella, jolloin voidaan pohtia esimerkiksi millaisia maankäytön yhdistelmiä tai rantojen mitoitusperiaatteita kannattaa suosia vesistön näkökulmasta katsottuna. Tällöin myös maankäytön suunnittelua koskevan lainsäädännön vesiensuojelua koskevien tavoitteiden huomioon ottaminen helpottuu.

1.3 Rakenne ja rajaukset

Rantojen mitoitusperiaatteita sekä rantojen suunnittelun ja vesiensuojelun lähtökohtia lainsäädännön ja kansainvälisten sopimusten näkökulmasta tarkastellaan työn kirjallisuusosiossa. Työssä tarkastellaan myös yleisimpiä kuormituksen lähteitä Suomessa sekä kuormitukseen määrään vaikuttavia tekijöitä. Työssä esitellään kuormituslaskennassa käytetyt skenaariot ja niiden luonnin perusteet sekä selvitetään kuormituslaskennan periaatteita, oletuksia ja epävarmuuksia. Saatuja kuormitusarvioita verrataan maankäytön muutoksiin eri skenaarioissa sekä vuosina 1990 ja 2003 tehtyihin kuormitusarvioihin Hormajärveltä. Lisäksi kuormitusarvioiden perusteella arvioidaan rantojen ja valuma-alueen suunnittelun periaatteita ja niiden vaikutuksia vesistöön.

Tässä työssä keskitytään ulkoisen kuormituksen arviointiin, eikä työssä arvioida tarkasti kuormituksen vaikutusta vesistön tilaan tai vedenlaatuun. Työssä huomioidaan koko valuma-alueelta tuleva ravinnekuormitus. Lisäksi ravinteet, joihin työssä keskitytään ovat typpi ja fosfori, niiden ollessa tärkeimmät vesistöjä kuormittavat ravinteet. Muut ihmisen toiminnan seurauksena vesistöön vapautuvat aineet, kuten kiintoaine, raskasmetallit ja öljyt (Tattari et al. 2015), on rajattu tarkastelun ulkopuolelle. Tarkasteltava alue on Lohjalla sijaitseva Hormajärvi ja sen valuma-alue. Lisäksi kuormitusta maa-alueilta tarkastellaan yhden vuoden aikajänteellä, jolloin vuoden sisäiset vaihtelut jäävät huomioimatta. Kuormituksen arvioinnissa ei oteta huomioon pelto- ja metsätoimenpiteitä ja niistä kulunutta aikaa, mutta peltojen kaltevuudet huomioidaan laskuissa. Näiden lisäksi vakituisen- ja loma-asutuksen alueet, suurimmat liikenne alueet sekä teollisuus- ja palveluiden alueet on otettu huomioon kuormituksen arvioinnissa. Lisäksi skenaariot on haluttu pitää jokseenkin realistisina, mutta kuitenkin erilaisia ääripäitä edustavina.

2 Rantarakentamisen ohjaus ja vesistökuormitus Suomessa

Tässä luvussa on kirjallisuuskatsaus rantojen mitoituksen periaatteisiin ja rantojen maankäytön suunnittelun lainsäädäntöön sekä yleisimpiin haja- ja piste kuormittajiin Suomessa. Lisäksi luvun lopussa pohditaan kirjallisuusosiuuden yhteyttä työn tavoitteisiin ja tapaustutkimukseen.

2.1 Mitoitusperiaatteet

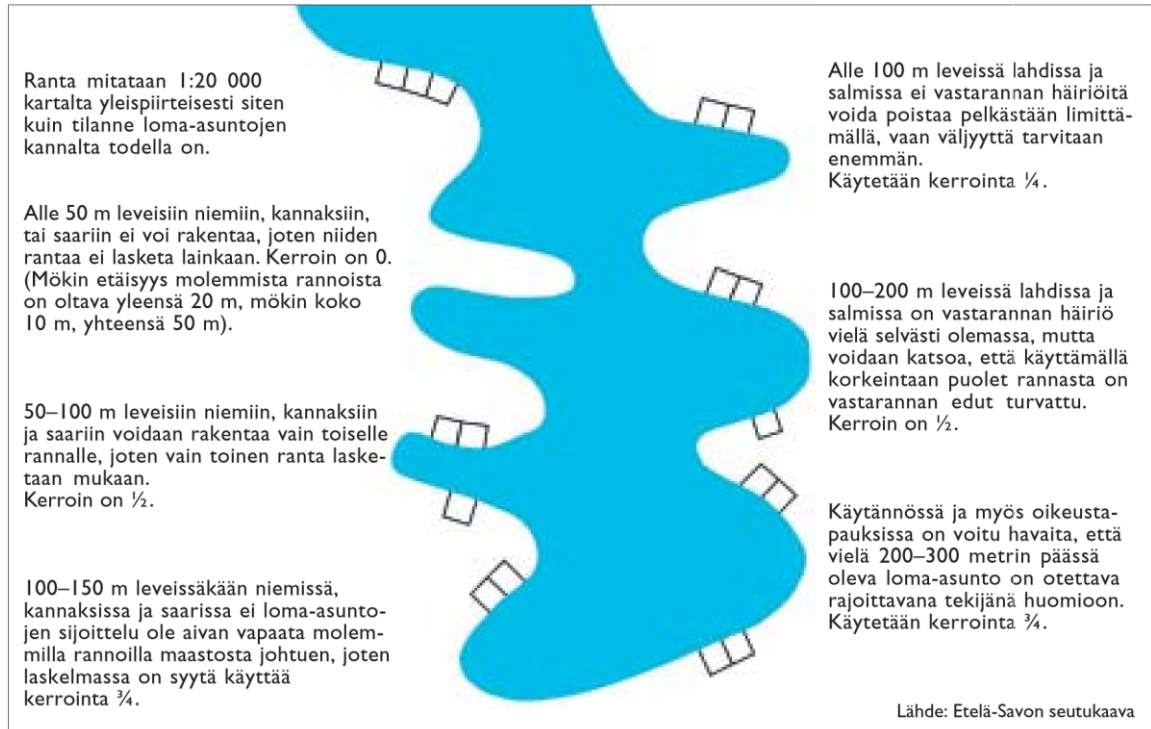
Rantavyöhyke sijaitsee vesistön rannalla, ja sen leveys vaihtelee pääasiassa välillä 50–200 m. Rantavyöhyke on yleensä noin 100 m levyinen, ja se lasketaan alkavaksi keskivedenkorkeuden mukaisesta rantaviivasta. Rantavyöhykkeen syvyyteen vaikuttavat maisema, maastonmuodot sekä rannan rantaluonnon monimuotoisuuden ja virkistyskäyttömahdollisuuksien turvaaminen. Rantavyöhykkeeseen kuuluu esimerkiksi se osa rannasta, jonka luontoon vesistöllä on vaikutusta. Rantavyöhyke on usein leveämpi kohdista, joissa ranta rajautuu avoimeen maisemaan, kuten niittyyn tai peltoon, kuin kohdista, joissa se rajautuu metsään. Rantarakentaminen tapahtuu usein rantavyöhykkeelle. Ranta-alue on leveämpi osa rantaa kuin rantavyöhyke. Se alkaa rantaviivasta, ja on leveydeltään noin 200 m, mutta se voi olla leveämpikin. Muun muassa maisema ja muut olosuhteet vaikuttavat ranta-alueen leveyteen. Ranta-alueella rannassa oleva tai siihen tukeutuva rakentaminen vaatii järjestämistä. Ranta-alue voi siis koskea myös sellaisia rakennuspaikkoja, joilla ei ole omaa rantaviivaa. Tällöin rakentamisen on tukeuduttava vesistönkäyttöön, esimerkiksi tieyhteydellä, venevalkamalla tai uimarannalla. (Hallberg et al. 2015.)

Yleiskaavassa määritellään alue, joka rajoittuu rantaan, ja jolle mitoitus lasketaan. Mitoitettavan alueen leveyden tulisi olla niin leveä kuin rakentamisella on vaikutusta rannalle (vähintään 200 m leveä). Tällöin rannan rakennuspaikat osoitetaan yksityiskohtaisesti kaavassa. Ranta-asemakaavassa mitoittettava alue on koko kaava-alue. Myös tässä tapauksessa rakennuspaikat osoitetaan yksityiskohtaisesti. (Jarva 2005.)

Olosuhteiltaan vaihtelevalla alueella voi olla monia eri mitoitusvyöhykkeitä, joiden muodostumiseen vaikuttavat luontoarvot, maisema, vesistön ominaisuudet, yhdyskuntarakenteellinen sijainti, vesihuollon järjestäminen sekä rakennetun ympäristön ominaisuudet. Esimerkiksi yleiskaavan alueella voi olla monia mitoitusvyöhykkeitä, joille määritetään niiden ominaisuuksiin sopivat mitoitusluvut (rantarakennuspaikkaa muunnettua rantaviivakilometriä tai pinta-alaa kohden). Mitoitusvyöhykkeiden periaatteena on osoittaa vähemmän rakentamista herkemmille alueille ja enemmän rakentamista alueille, jotka kestävät kulutusta paremmin. (Jarva 2005.)

Muunnetun rantaviivan menetelmällä voidaan laskea rakennuspaikkojen kokonaismäärä muunnetun rantaviivan pituuden perusteella. Muunnetun rantaviivan menetelmällä pyritään turvaamaan rakennusoikeuden jakautuminen tasapuolisesti maanomistajien välillä. Muunnetun rantaviivan laskentaan käytetään usein niin kutsuttua Etelä-Savon mallia (Kuva 1), joka on kehitetty Etelä-Savon seutukaavaliitossa. Tämän muuntomenetelmän periaatteena on sijoittaa loma-asunnot tarpeeksi kauas toisistaan, jolloin niistä ei aiheudu häiriötä toisiinsa. Esimerkiksi leveän vesistön rannalle voidaan sijoittaa rakentamista tiheämpään kuin kapean vesistön rannalle. Muunnettu rantaviiva lasketaan kartassa olevan rantaviivan pituuden ja rantaviivan muodon perusteella. Kunnan alueella voidaan käyttää myös muita muuntotapoja, jotka ottavat huomioon alueen olosuhteet paremmin. Muuntotavassa huomioon

voidaan ottaa myös muun muassa rakentamiskelpoisuus, kuten kosteikot, maaperä ja tulva-alueet, jäteveden käsittelymahdollisuudet, pohjavesialueet ja luontoarvot. Keskimääräinen mitoitusluku (rakennuspaikkaa kartasta mitattua rantakilometriä kohden) yleiskaavoissa vuosina 2001–2002 on ollut 5,76. Muunnetun rantaviivan menetelmässä mitoitusluku on hieman suurempi. (Jarva 2005.)



Kuva 1. Etelä-Savon maakuntaliiton malli muunnetun rantaviivan laskemiseksi (Jarva 2005).

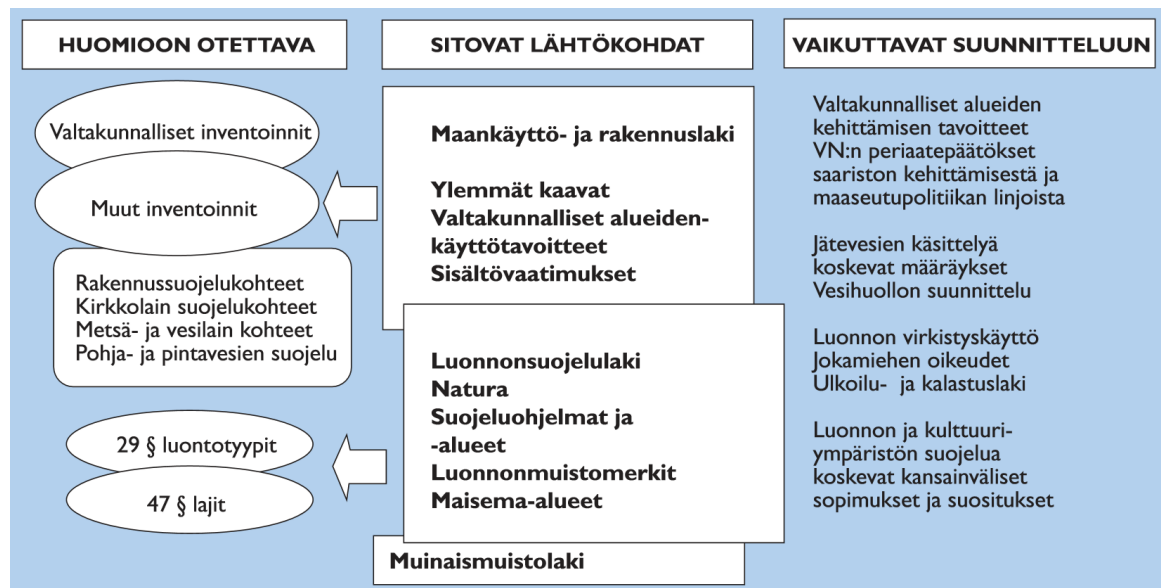
Emätilaperiaatteella turvataan maanomistajien tasapuolista kohtelua. Emätilatarkastelu on vakiintunut mitoitusluku, jota sovelletaan muun muassa rantayleiskaavoissa ja poikkeamis-päätöksissä. Siinä lasketaan rakennuspaikat muunnetun rantaviivan ja mitoitusluvun (noin 4–6) perusteella, ja otetaan huomioon jo hyödynnetty rakennusoikeus, jolloin rakennusoikeus määritetään tietyn poikkileikkausajankohdan mukaisille tiloille (Jarva 2005). Usein käytettyjä poikkileikkausajankohtia ovat rakennuslain voimaantulo 1.7.1959 ja rantakaavasaäännösten voimaantulo 15.10.1969. Jos käytetyn poikkileikkausajankohdan jälkeen ranta-alueelle on muodostunut rakennuspaikkoja, ne katsotaan käytetyksi rakennusoikeudeksi. Ranta-alueen ulkopuolella olevat rakennuspaikat eivät vaikuta rakennusoikeuteen rannalla. Jos tilalla on käytetty rakennusoikeutta enemmän kuin emätilatarkastelu sallisi, ei uusia rakennuspaikkoja osoiteta. Lisäksi harkitaan tapauskohtaisesti, mistä saman emätilan alueella olevalta tilalta ylitetty rakennusoikeus vähennetään. (Jarva 2005, Jarva & Riipinen 2012.)

Erilaisia mitoituslukuja voidaan tarvita esimerkiksi alle 10 ha kokoisilla pienillä saarilla. Tällöin mitoituksessa voidaan käyttää myös saaren pinta-alaa rakennuspaikkojen määrittämiseen. Pinta-alayksikköä voidaan käyttää mitoituksessa myös pienillä järvillä tai lammilla, jolloin voidaan esimerkiksi osoittaa yksi rakennuspaikka jokaista 3–4 vesihehtaaria kohden. Pienet lammet ja saaret (alle 1 ha) jätetään usein mitoituksen ulkopuolelle. Jokialueilla mitoitus riippuu joen leveydestä. Jos joen leveys on alle 100 m, käytetään vain puolet rantaviiv-

vasta. Tällöin mitoituksessa otetaan huomioon myös vastapäisen rannan rakennusmahdollisuudet. Yli 100 m leveissä joissa voidaan käyttää järviolueille soveltuvaa mitoitusta. Jokien latva-alueilla, vesistön herkkyyden vuoksi, mitoituksen tulisi olla pienempi, esimerkiksi 3–4 rakennuspaikkaa per muunnettu rantaviivakilometri. (Jarva 2005.)

2.2 Lainsäädäntö

Ranta-alueiden käytön suunnittelussa sitovana lähtökohtana on maankäyttö- ja rakennuslaki sekä luonnonsuojelulaki ja muinaismuistolaki. Lisäksi kaavojen sisältövaatimusten ja valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden (VAT) kautta erilaiset selvitykset ja inventoinnit huomioidaan kaavoitusprosessissa (Kuva 2). Myös muilla laeilla, tavoitteilla, sopimuksilla ja ohjelmilla voidaan vaikuttaa kaavoituksen tavoitteisiin. (Jarva 2005.)



Kuva 2. Eri lakien ja tavoitteiden huomioon ottaminen ja yhteensovittaminen rantojen suunnittelussa (Jarva 2005).

2.2.1 Maankäyttö- ja rakennuslaki

Maankäyttö- ja rakennuslaki (MRL, 132/1999) edistää ja ohjaa rantojen maankäytön suunnittelua. MRL on tullut voimaan 1.1.2000, ja se korvasi aikaisemmin voimassa olleen Rakennuslain (370/1958). Tässä luvussa esitellään MRL:n mukaisia rantarakentamisen ja rantojen maankäytön suunnittelun työkaluja.

2.2.1.1 Alueiden käytön suunnittelujärjestelmä ja suunnittelun tavoitteet

Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet kuuluvat MRL:n määrittämään alueidenkäytön suunnittelujärjestelmään, johon kuuluvat myös maakuntakaava, yleiskaava ja asemakaava (MRL 4 §, Valtioneuvosto 2008). Suunnittelujärjestelmä on hierarkkinen, eli ylemmän asteinen kaava ohjaa alemman asteista (järjestyksessä maakuntakaava–yleiskaava–asemakaava), ja se on tärkein rakentamisen ohjausväline. Maakuntakaava voi kuitenkin ohjata asemakaavaa, jos oikeusvaikutteista yleiskaavaa ei ole. VAT:eet otetaan huomioon ja niiden toteutumista edistetään pääasiassa maakuntakaavoituksessa, jonka kautta VAT:eet siirtyvät kuntakaavoitukseen. (Hallberg et al. 2015, Jarva 2005, MRL 25 §.) Lisäksi MRL 136 §:ssä säädetään rakennusluvan edellytyksistä asemakaavan ulkopuolella, ja MRL 137 §:ssä rakennusluvan erityisistä edellytyksistä suunnittelutarvealueella.

Lain yleiset tavoitteet ja alueiden käytön suunnittelun tavoitteet ohjaavat kaavatasojen suunnittelua ja valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden suunnittelua. MRL:n 1 §:ssä säädettyjä yleisiä tavoitteita ovat alueiden käytön ja rakentamisen järjestäminen niin, että *”luodaan edellytykset hyvälle elinympäristölle sekä edistetään ekologisesti, taloudellisesti, sosiaalisesti ja kulttuurisesti kestävä kehitystä.”* Tavoitteisiin kuuluu myös suunnittelun laadun ja vuorovaikutteisuuden turvaaminen. (Hallberg et al. 2015.) Lain yleiset tavoitteet eivät kuitenkaan ohjaa kaavan konkreettista sisältöä, mutta ne heijastuvat MRL:ssä säädettyihin kaavojen sisältövaatimuksiin. Alueidenkäytön suunnittelun tavoitteisiin (MRL 5 §) kuuluu muun muassa yhdyskuntien toimivuus, luonnon monimuotoisuuden ja luontoarvojen säilyttäminen, ympäristön suojelu ja ympäristöhaittojen ehkäiseminen sekä luonnonvarojen säästeliäs käyttö. VAT:et edistävät muun muassa ympäristötavoitteiden toteutumista alueidenkäytön ja sen suunnittelun keinoin. Tavoitteita täsmentävät eri kaavamuotojen sisältövaatimukset, joista säädetään MRL:n 39, 54 ja 73 §:ssä. (Hallberg et al. 2015, MRL 22 §, Valtioneuvosto 2008.)

2.2.1.2 Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet

VAT:et ottavat valtakunnallisesti merkittävät asiat huomioon alueidenkäytön suunnittelussa ja alueidenkäytössä sekä täydentää kaavojen sisältövaatimuksia. VAT:et konkretisoidaan maankäytön suunnittelussa ja viranomaisen toiminnassa. (Jarva 2005, MRL 22 §, Valtioneuvosto 2008.) VAT:et on jaettu yleis- ja erityistavoitteisiin, joista yleistavoitteet ovat periaatteellisia linjauksia ja jotka otetaan huomioon maakunta- ja yleiskaavoituksessa. Erityistavoitteet puolestaan koskevat kaikkea kaavoitusta, ja ne ovat alueidenkäytön suunnittelua ja käyttöä koskevia tavoitteita. (Jarva 2005.) VAT:et konkretisoidaan periaatteiksi ja aluevarauksiksi ensisijaisesti maakuntakaavassa, jossa maakunnalliset ja paikalliset tavoitteet sovitetaan yhteen VAT:den kanssa. Kun tavoitteet on huomioitu maakuntakaavassa, VAT:den vaikutus siirtyy kuntien maankäytön suunnitteluun maakuntakaavan ohjausvaikutuksen kautta. Kaikilla kaavatasoilla tulee edistää VAT:den toteutumista. (Hallberg et al. 2015, Jarva 2005, MRL 24 §, 25 §, Valtioneuvosto 2008.) Osa VAT:sta on kuitenkin hankala ottaa huomioon maakuntatasolla. Esimerkiksi osa elinympäristön laatuun liittyvät tavoitteet otetaan tarkemmin huomioon vasta kuntien kaavoituksessa. (Valtioneuvosto 2008.)

VAT:et muun muassa tunnistavat ja ehkäisevät mahdollisia ympäristöhaittoja. Lisäksi (erityistavoitteissa) jätevesihaittojen ehkäisy tulee ottaa huomioon alueiden suunnittelussa. Maakuntatason suunnittelussa tulee selvittää yhdyskuntarakenteen kehitykseen liittyvät toimenpiteet, joilla edistetään ympäristöarvojen säilymistä. VAT:ssa nostetaan esille myös alueiden virkistys- ja matkailukäytön sekä ekologisen kestävyuden ja elinkeinotoiminnan välistä vuorovaikutusta, ja todetaan rantojen maankäytöllä olevan suuri vaikutus sekä virkistysmahdollisuuksien luomiseen että rantaluonnon säilymiseen. Kulttuuri- ja luonnonperintö, virkistyskäyttö ja luonnonvarat -tavoitekokonaisuuden yleisissä tavoitteissa alueidenkäytöllä *”edistetään luonnonvarojen kestävä hyödyntämistä siten, että turvataan luonnonvarojen saatavuus myös tuleville sukupolville”* sekä *”edistetään vesien hyvän tilan saavuttamista ja ylläpitämistä”* (Valtioneuvosto 2008, s. 12). Erityistavoitteiden mukaan maakuntakaavoituksessa *”on otettava huomioon vesi- ja rantaluonnon suojelun tai virkistyskäytön kannalta erityistä suojelua vaativat vesistöt”* (Valtioneuvosto 2008, s. 12), ja alueidenkäytön *”suunnittelussa rantaan tukeutuva loma-asutus on suunniteltava siten, että turvataan luontoarvoiltaan arvokkaiden ranta-alueiden säilyminen”* (Valtioneuvosto 2008, s. 13). Huomioon on otettava myös pintavesiensuojelun tarve. (Hallberg et al. 2015, Valtioneuvosto 2008.)

2.2.1.3 Maakuntakaava

Maakuntakaava on kaavajärjestelmän ylin ja yleispiirteisin kaavamuoto (Hallberg et al. 2015). Alueiden käyttöä maakunnassa ohjataan maakuntakaavalla, joka on yleispiirteinen suunnitelma alueiden käytöstä (MRL 4 §). Maakuntakaavan lisäksi maakuntien suunnitteluun kuuluvat maakuntasuunnitelma ja maakuntaohjelma. Alueiden käyttö ja yhdyskuntarakenteen periaatteet esitetään maakuntakaavassa, jossa osoitetaan tarvittaessa VAT:den ja maakunnallisten tavoitteiden tarkkuudella aluevarauksia. Maakuntakaavassa maakunnalliset ja paikalliset tavoitteet sovitetaan yhteen VAT:den kanssa. (Jarva 2005, MRL 25 §.) Lisäksi maakuntaohjelmat voivat tukea vesistönhoitosuunnitelmien tavoitteita merkittävästi (Karonen et al. 2016a).

Maakuntakaavan laadinnassa on MRL 28 § mukaan otettava huomioon muun muassa alueiden käytön ekologinen kestävyys, maiseman, luonnonarvojen ja kulttuuriperinnön vaaliminen, vesi- ja maa-ainesvarojen kestävä käyttö, johon liittyy muun muassa pohja- ja pintavesien pilaantumisen estäminen sekä virkistykseen soveltuvien alueiden riittävyys. Samalla on huolehdittava muun muassa siitä, ettei maanomistajille aiheudu kohtuutonta haittaa kaavan laatimisen seurauksena. Maakuntakaavan sisältövaatimusten lisäksi yleis- ja asemakaavojen sisältövaatimukset vaikuttavat maakunnan kaavoitukseen, sillä maakuntakaavan pohjalta on pystyttävä laatimaan alemman asteinen kaava, joka täyttää lain vaatimukset. Maakuntakaava ei sovellu aina noudatettavaksi sellaisenaan yleispiirteisyytensä takia, ja kunkaavojen ratkaisut voivat poiketa maakuntakaavasta jossain määrin (MRL 32 §). (Hallberg et al. 2015.)

Maakuntakaavassa voidaan antaa maakunta- ja suojelumääräyksiä (MRL 30 §), muun muassa maiseman, luonnonarvojen ja muiden erityisten ympäristöarvojen suojelusta. Maakuntamääräyksiä käytetään täsmentämään aluevarausmerkintöjä sekä kertomaan niiden ohjausvaikutuksesta (tehostaa tai lieventää) (Hallberg et al. 2015). Luonnonsuojelu turvataan pääosin luonnonsuojelulain (LSL) mukaisesti. Maakuntakaavassa on mahdollista määritellä suunnitteluperiaatteita vesistöalueiden eri osissa esimerkiksi loma-asutukselle, jolloin voidaan antaa reunaehtoja rakennusten sijoittamiseen, muun muassa ympäristönsuojeluun liittyvistä syistä. Maakuntakaavassa voidaan asettaa myös määräyksiä, jotka rajoittavat loma-asutuksen suunnittelua. (Jarva 2005.)

2.2.1.4 Yleiskaava

Yleiskaava voidaan laatia kuntien yhteisenä, osalle kunnan alueesta (osayleiskaava) tai vaiheittain, ohjaamaan vain tietynlaista maankäyttöä, kuten esimerkiksi ranta-alueiden käyttämistä. Yleiskaavalla ohjataan kunnan alueiden käytön suunnittelua (MRL 4 §). Yleiskaava on ohje asemakaavoitukselle ja muulle alueiden käytön järjestämiselle (MRL 42 §). Yleiskaava esittää tavoitellun kehityksen periaatteet ja ohjaa yleispiirteisesti maankäyttöä sekä sovittaa kunnan toimintoja yhteen, osoittaa kunnan alueidenkäyttötavoitteita ja yksityiskohtaisempaa suunnittelua tarvitsevia alueita (MRL 35 §, 42 §). Yleiskaavassa voidaan osoittaa muun muassa alue suunnittelutarvealueeksi, jos maankäyttöä tulee suunnitella tarkemmin ympäristöhaitan tai erityisten ympäristöarvojen vuoksi (MRL 16 §). (Hallberg et al. 2015, Jarva 2005.)

Yleiskaava tulee laatia niin, että MRL 39 §:n sisältövaatimusten edellytykset täyttyvät. Sisältövaatimukset asettavat vähimmäistason huomioon otettavista seikoista, mutta näiden lisäksi kaavassa voidaan ottaa huomioon myös muita asioita (Jarva 2005). Yleiskaavan sisäl-

tövaatimuksiin kuuluvat muun muassa taloudellinen ja ekologinen kestävyys, ympäristöhaittojen vähentäminen, rakennetun ympäristön, maiseman ja luonnonarvojen vaaliminen sekä virkistykseen soveltuvien alueiden riittävyys (MRL 39 §). Myös yhdyskuntatekniikan verkostot tulee suunnitella niin, että ne ottavat huomioon ympäristösuojelun tavoitteet. Lisäksi yleiskaavassa vesien ja maaperän suojelua voidaan edistää aluevarausten suunnittelulla. Ole-massa olevan yhdyskuntarakenteen ja esimerkiksi viime vuosina korostuneen luonnonsuo-jelun tarpeen yhteensovittaminen yleiskaavassa voi kuitenkin olla haasteellista. (Hallberg et al. 2015.)

Yleiskaavassa voidaan antaa yleiskaava- ja suojelumääräyksiä (MRL 41 §). Yleiskaavamää-räykset voivat muun muassa rajoittaa tai estää haitallista ympäristövaikutusta. Esimerkiksi yleiskaavassa voidaan antaa vesikäymälöiden rakentamista ja jätevesien käsittelyä koskevia määräyksiä. Yleiskaavan suojelumääräykset ovat saman sisältöisiä kuin maakuntakaavassa (MRL 30 §). (Hallberg et al. 2015, Jarva 2005.)

Yleiskaavassa voidaan määrätä, että sitä voidaan käyttää perusteena rakennusluvan myöntä-miseen ranta-alueella tai -vyöhykkeellä (MRL 72 §). Tällöin yleiskaavassa osoitetaan kiin-teistökohtaisesti rakennuspaikkojen sijainti ja määrä. Lisäksi kaavassa voidaan osoittaa ra-kennusoikeuden määrä. Jos halutaan suunnitella laajahkoa asuinalueita tai tavanomaista tii-viimpää loma-asutusalueita, on syytä huomioida asemakaavan laatimisen tarve. Lisäksi yleiskaavassa on turvattava tarpeeksi suuri rakentamattomien rantojen säilyminen. Maakun-takaavan ohjausvaikutuksen kautta yleiskaavassa otetaan huomioon luonnonsuojeluohjel-mat ja -päätökset (LSL 7 § ja 77 §) sekä maisema-alueiden perustamispäätökset. MRL 72 §:n mukaan vesistön rannoille ei saa rakentaa ilman asemakaavaa tai sellaista oikeusvaikut-teista yleiskaavaa, joka on tarkoitettu rakentamisen ohjaamiseen. Jos kaavaa ei ole tai jos halutaan poiketa kaavan mukaisesta käyttötarkoituksesta tai kaavamääräyksestä rannalla, tarvitaan poikkeamispäätös rakennusluvan saamiseksi. Poikkeamispäätös tarvitaan myös, jos halutaan poiketa rakennusjärjestyksestä tai muusta MRL:n määräyksestä. (Jarva 2005.)

2.2.1.5 Asemakaava

Asemakaava ohjaa kunnan alueiden järjestämistä, rakentamisen ja osa-alueiden käytön yk-sityiskohtaisen järjestämisen kunnassa (MRL 4 §). Ylempien kaavojen ratkaisut otetaan ase-makaavoituksen perustaksi, mutta niistä voidaan kuitenkin poiketa rajoitetusti. (Hallberg et al. 2015.) Asemakaava on yksityiskohtaisempi kuin yleiskaava, ja siinä muun muassa osoi-tetaan alueet eri käyttötarkoituksia varten ja ohjataan rakentamista ja muuta maankäytön suunnittelua, ottaen huomioon esimerkiksi paikalliset olosuhteet ja kaavan ohjaustavoitteet (MRL 50 §). Jos rannalle halutaan laajahko asuinalue, tulee asemakaavan laatiminen kysee-seen, sillä vakituksella asutuksella tulee olla paremmat tieyhteydet ja tehokkaampi vesihuolto kuin loma-asutuksella. Maanomistajalla on oikeus laadituttaa ranta-ase-makaava omistamal-leen ranta-alueelle. Tällöin ranta-ase-makaava laaditaan maanomistajan aloitteesta, ja kunta ohjaa ja hyväksyy kaavan. (MRL 74 §.)

Asemakaava tulee laatia niin, että MRL 54 §:n sisältövaatimusten edellytykset täyttyvät. Asemakaavan sisältövaatimuksissa on muun muassa vaatimus kaavan laatimiselle, jonka mukaan ”*rakennettua ympäristöä ja luonnonympäristöä tulee vaalia eikä niihin liittyviä eri-tyisiä arvoja saa hävittää*” (MRL 54 §). Lisäksi kaavalla tulee luoda edellytykset terveelli-selle, turvalliselle ja viihtyisälle elinympäristölle. Yleiskaavan sisältövaatimukset tulee ottaa huomioon, jos asemakaava laaditaan alueelle, jossa ei ole oikeusvaikutteista yleiskaavaa (Jarva 2005). Myös erilaiset suojeluvälitteet ovat osa asemakaavan sisältövaatimuksia, ja

luonnonympäristön vaalimisesta sovelletaan LSL:n säännöksiä (Hallberg et al. 2015, MRL 197 §).

Asemakaavaan kuuluvat asemakaavamääräykset, jotka rajoittavat ja määrittelevät alueiden käyttöä, ja jotka palvelevat aluevarauksen pääkäyttötarkoitusta. Asemakaavamääräyksillä voidaan muun muassa estää tai rajoittaa haitallisia ympäristövaikutuksia. (MRL 57 §.) Esimerkiksi teollisuudelle osoitetulla alueella voidaan määrätä ympäristöön kohdistuvasta rasi-
tuksesta ja haitallisten ympäristövaikutusten estämisestä. (Hallberg et al. 2015.) Asemakaavamääräyksiä voidaan määrätä myös esimerkiksi vesihuollon järjestämisestä (Jarva 2005). MRL:n 57 §:n mukaan asemakaavassa voidaan määrätä suojelumääräyksiä esimerkiksi maiseman, luonnonarvojen tai muiden erityisten ympäristöarvojen suojeluun turvaamiseksi.

Asemakaavakartassa esitetään muun muassa rakennusten sijoittaminen ja rakentamisen määrä sekä tarvittaessa muita rakentamistapaa koskevia periaatteita (MRL 55 §). Asemakaavaa ja ranta-asemakaavaa voidaan käyttää perusteena rakennusluvan myöntämiselle ranta-alueella tai -vyöhykkeellä. Ranta-asemakaavalla voidaan ohjata rakentamista, kun halutaan suunnitella yksityiskohtaisemmin kuin yleiskaavassa. Ranta-asemakaavaa voidaan käyttää esimerkiksi, kun maanomistaja haluaa suunnitella loma-asutusta, kun halutaan rakentaa tiiviisti ja kun on tarvetta rakentaa yhdyskuntatekniikkaa. Ranta-asemakaavoissa loma-asutuksen seassa voi olla yksittäisiä vakituisen asumisen rakennuspaikkoja, mutta jos rannalle halutaan sijoittaa enimmäkseen vakituista asutusta, käytetään asemakaavaa. Asemakaavaa käytetään myös, jos olemassa olevia taajamia tai kyliä halutaan laajentaa tai tiivistää tai jos yhdyskuntatekniikka tai muita palveluita tarvitaan. (Jarva 2005.) Seuraavassa luvussa esiteltävien yleis- ja asemakaavan erityisiä sisältövaatimusten lisäksi se, mitä MRL:ssä asemakaavasta säädetään, on muutoin voimassa ranta-asemakaavassa (MRL 73 §).

2.2.1.6 Yleis- ja asemakaavan erityiset sisältövaatimukset

Ranta-alueelle laadittaessa yleiskaavaa tai asemakaavaa (ranta-asemakaavaa), pääasiassa loma-asutuksen järjestämiseksi, on MRL 39 §:n ja 54 §:n mukaisten sisältövaatimusten lisäksi otettava huomioon ranta-alueiden loma-asutusta koskevat yleis- ja asemakaavan erityiset sisältövaatimukset (MRL 73 §). Nämä sisältövaatimukset johtuvat muun muassa vesiensuojelun ja virkistysalueiden tarpeesta sekä maiseman herkkyydestä. (Jarva 2005.)

Jos loma-asunnot eivät ole käytössä vakituisesti ympäri vuoden, niiden ympäristövaikutukset ovat pienemmät kuin vakituisella asutuksella (Hallberg et al. 2015). Loma-asunnoilla on myös pääasiassa vähäisemmät palvelutarpeet kuin vakituisella asumisella, jolloin yleis- ja asemakaavojen sisältövaatimukset ovat vaativampia kuin rantojen loma-asutusta koskevat sisältövaatimukset. Mitä enemmän rannalla on vakituista asumista, sitä enemmän yleis- ja asemakaavojen sisältövaatimukset painottuvat. Tämä kannattaa ottaa huomioon myös tilanteissa, jossa ranta-alueen loma-asuntoja muutetaan vakituisiksi asunnoiksi. (Hallberg et al. 2015, Jarva 2005.)

MRL 73 §:n sisältövaatimusten mukaan rakentamisen ja muun maankäytön tulee sopeutua rantamaisemaan (vesistöstä rantaa kohti avautuva näkymä) ja muuhun ympäristöön. Myös luonnonsuojelu, maisema-arvot, virkistystarpeet, vesiensuojelu ja vesihuollon järjestäminen sekä vesistön, maaston ja luonnon ominaispiirteet on otettava huomioon rakentamisen suunnittelussa. Rakentamisella ja rakennusten sijoittelulla ei siten saa aiheuttaa haitallisia vaikutuksia ympäristöön tai luonnonsuojelun toteuttamiseen. Esimerkiksi rannoille, joille ei haluta maiseman tai luonnon takia rakentaa, voidaan rakennuspaikat siirtää maanomistajan

muille alueille. (Jarva 2005.) Lisäksi on varmistettava, että alueelle jää riittävästi yhtenäistä rakentamatonta ranta-aluetta (MRL 73 §). Näin voidaan turvata virkistysmahdollisuudet ja luonnon monimuotoisuus (Hallberg et al. 2015).

2.2.1.7 Rakennusjärjestys

MRL 14 §:n mukaan kunnassa tulee olla rakennusjärjestys. Siinä annettavat määräykset voivat vaihdella kunnan eri alueilla, sillä niihin vaikuttavat paikalliset olosuhteet. Määräyksiä annetaan suunnitelmallisesta ja sopivasta rakentamisesta, kulttuuri- ja luonnonarvojen huomioon ottamisesta sekä hyvästä elinympäristön toteuttamisesta ja säilyttämisestä. Esimerkiksi vesihuollon järjestämisestä, hulevesistä, pohjavesialueista, rakennuspaikan rantaviivan pituudesta (Lohjalla 40 m) (Lohjan kaupunki 2015b, 23 §) sekä rakennuksen etäisyydestä rantaan tai alimmasta hyväksyttävästä rakennuskorkeudesta voidaan antaa määräyksiä rakennusjärjestyksessä. Määräykset voivat olla kaavaa täydentäviä, ja rakennusjärjestyksellä yhdenmukaistetaan rakentamista ja tehostetaan ympäristön hoitoa. Rantarakentamista koskevat rakennusjärjestyksien määräykset ovat kuitenkin usein ongelmallisia yleispiirteisyytensä vuoksi. (Hallberg et al. 2015.)

Esimerkiksi Lohja kaupungin rakennusjärjestyksessä (Lohjan kaupunki 2015b) on määräyksiä rakentamisen määrästä ranta-alueella (25 §) sekä rakennuksen sijoittamisesta ranta-alueella (27 §). Lohjan rantamaiseman turvaamiseksi rakennuksen etäisyyden rannasta tulee olla vähintään 30 m (sauna 15 m), ja tulvavahinkojen välttämiseksi alimman rakennuskorkeuden tulee olla vähintään 1 m ylävesirajaa korkeammalla (27 §). Myös jätevesien käsittelyjärjestelmät on sijoitettava tulva-alueen yläpuolelle. Lisäksi kiinteistön tulee mahdollisuuksien mukaan liittyä kunnalliseen vesihuoltoverkkoon, tai käsitellä jätevedet ympäristö- ja terveydensuojelulainsäädännön mukaisesti. Kaikissa tapauksissa vesihuolto ei saa aiheuttaa haittaa ympäristölle tai terveydelle. (Lohjan kaupunki 2015b, 56 §.)

MRL 129 a §:n mukaan kunta voisi osoittaa rakennusjärjestyksessä alueet ja edellytykset, joilla vapaa-ajan asunnot voidaan muuttaa asuinkäyttöön suoraan rakennusluvalla, jos käyttötarkoituksen muutos ei aiheuttaisi merkittäviä ympäristö- tai muita haittoja. Tällöin käyttötarkoituksen muuttaminen ei edellytä poikkeamispäätöstä tai suunnittelutarveratkaisua. Lain tavoitteena on helpottaa vapaa-ajan asuntojen käyttötarkoituksen muuttamista vakituisiksi asunnoiksi. Laki perustuu myös siihen, että hallituksen esityksen (251/2016) mukaan yhä useamman vapaa-ajan asunnon varustelutaso vastaa ympärivuotista asuntoa, ja niihin muuttaminen on yleistynyt. Maistraattien mukaan vapaa-ajan asunnossa voi asua pysyvästi, vaikka asunnon käyttötarkoitusta ei muutettaisi. Maistraatin ratkaisu ei kuitenkaan sido muita viranomaisia, mutta jos henkilö asuu vapaa-ajan asunnossa, joidenkin henkilön asioiden hoitaminen voi hankaloitua.

Rantojen suunnittelutarve koskee uudisrakentamista, käyttötarkoituksen muuttamista ja olemassa olevan rakennuksen huomattavaa laajentamista. Rakennusjärjestyksessä voidaan osoittaa alueet, joita rantojen suunnittelutarve poistetaan määräajaksi (MRL 72 §). Tällaisilla alueilla ei tule olla erityisiä luonnon- ja maisema-arvoja tai virkistyskäytön tarpeita. Lisäksi tällaisilla rantavyöhykkeiden pitää olla rakentamattomia tai vähän rakennettuja, ja niillä ei saa sijainnin vuoksi olla odotettavissa maankäytön suunnittelua vaativaa rakentamista. (Jarva 2005.) Suunnittelutarveratkaisuilla voidaan ohjata esimerkiksi haja-asutusalueen rakentamista, mutta pelkän suunnittelutarveratkaisun perusteella ei voida myöntää rakennuslupaa rantavyöhykkeelle (MRL 72 §).

2.2.2 Muu lainsäädäntö ja kansainväliset sopimukset

MRL:n lisäksi muussa lainsäädännössä ja kansainvälisissä sopimuksissa ohjataan rantojen ympäristön käytöstä ja säädetään rantojen suojelusta. Tässä luvussa esitellään rantarakentamiseen, rantojen maankäytön suunnitteluun, ravinnekuormitukseen, vesihuoltoon ja vesien suojeluun vaikuttavaa lainsäädäntöä sekä kansainvälisiä sopimuksia.

2.2.2.1 Luonnonsuojelulakiin perustuva suojeleminen

Luonnonsuojelulain (1096/1996) tavoitteita ovat muun muassa luonnon monimuotoisuuden ylläpitäminen sekä luonnonvarojen ja luonnonympäristön kestävä käytön tukeminen (LSL 1 §). Luonnonsuojelulain 7 §:n mukaan luonnonsuojeluohjelmilla voidaan varata alueita, valtakunnallisesti merkittävien luonnonarvojen turvaamiseksi. LSL:n tavoitteita voidaan toteuttaa myös luonnonsuojelu- ja maisema-alueiden perustamisella (LSL 24 §, 33 §) sekä luontotyyppien, lajien ja arvokkaiden luonnonmuodostumien suojelemisella (LSL 29 §, 47 §, 23 §). Luonnonsuojelulailla on toteutettu muun muassa Euroopan yhteisön lintudirektiivi (79/409/ETY) sekä luontodirektiivi (92/43/ETY), joiden mukaiset alueet kuuluvat Natura 2000 -verkoston alueisiin (Jarva 2005).

Maakuntakaavan laadinnassa luonnonsuojeluohjelmat ovat ohjeena, ja luonnonsuojelua toteutetaan LSL:n mukaisesti, muun muassa luonnonsuojeluohjelmilla ja –päätöksillä (LSL 28 §), luontotyyppien ja elinympäristöjen suojelulla sekä Natura 2000-verkoston avulla. Myös vanhat suojeluohjelmat, kuten lintuvesien suojeluohjelma (3.6.1982) ja rantojen suojeluohjelma (20.12.1990) otetaan huomioon kaavaa laadittaessa. (Hallberg et al. 2015.) Yleis- ja asemakaavoituksessa suojeluohjelmat otetaan huomioon maakuntakaavan ja kuntakaavojen sisältövaatimusten kautta (Jarva 2005, MRL 39 §, 54 §).

2.2.2.2 Muut luonnon- sekä vesiensuojeluun liittyvät sopimukset ja lainsäädäntö

Kotimaisen alueidenkäyttöä koskevan päätöksenteon lisäksi tavoitteita asettavat monet kansainväliset sopimukset, joiden velvoitteiden täytäntöönpanossa tarvitaan muun muassa valtakunnallisia alueidenkäyttötavoitteita. Tällaisia sopimuksia ovat esimerkiksi ilmastonmuutosta koskeva YK:n (Yhdistyneet kansakunnat) puitesopimus (SopS 61/1994) ja biologista monimuotoisuutta koskevan yleissopimus (SopS 78/1994). (Hallberg et al. 2015, Valtioneuvosto 2008.) Itämeren alueen merellisen ympäristön suojelua koskeva yleissopimus (HELCOM, 2/2000) koskee koko Itämeren valuma-aluetta, jolloin se otetaan huomioon myös maa-alueilla tapahtuvassa toiminnassa. Sopimuksen mukaan esimerkiksi maa-alueilta tuleva Itämerta pilaavaa kuormitusta tulisi ehkäistä. Lisäksi erilaiset kansalliset ja kansainväliset luonto- ja ympäristöselvitykset voivat kuulua osittain virallisiin suojeluohjelmiin. (Jarva 2005.)

EU:n vesipolitiikan puitedirektiivillä (2000/60/EY) luodaan puitteet kaikkien vesien suojelemiseksi ja vesimuodostumien vedenlaadun parantamiseksi. Pintavesien osalta jäsenvaltioiden on muun muassa ”*suojeleminen, parannettava ja ennallistettava kaikkia pintavesimuodostumia*” (2000/60/EY, 4 artiklan 1 kohdan a alakohdan ii alakohta). Tavoitteena on saavuttaa pintavesien ”*paras mahdollinen ekologinen ja kemiallinen tila ottaen huomioon vaikutukset, joita ei ihmisen toiminnan tai pilaantumisen luonteen vuoksi ole kohtuudella voitu välttää*” (2000/60/EY, 4 artiklan 5 kohdan b alakohta). Tavoitteeseen tuli päästä vuoteen 2015 mennessä, eli 15 vuodessa. Kaikkien vesien tulee kuitenkin olla viimeistään vuoteen

2027 mennessä tavoitetilassa. Jäsenvaltiot ovat laatineet vesienhoitosuunnitelmat, joissa kar-
toitetaan vesien tilaa ja niihin vaikuttavia tekijöitä sekä toimenpiteitä, joilla vesien tilaa voi-
daan parantaa. Laki vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä (1299/2004) koskee Vesi-
politiikan puitedirektiivin täytäntöönpanoa. Lain tavoitteena on muun muassa suojella, pa-
rattaa ja ennallistaa pintavesiä ja pohjavesiä niin, että niiden tila on hyvä tai ettei niiden tila
heikkene (1 §). Muita vesiensuojeluun ja ravinnekuormiin liittyviä EU direktiivejä ovat
muun muassa merien suojeluun liittyvä meristrategiadirektiivi (2008/56/EY) ja maatalou-
teen liittyvä nitraattidirektiivi (91/676/ETY), jonka valtioneuvoston asetus eräiden maa- ja
puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta (1250/2014) panee täytäntöön
Suomessa.

Vuonna 1999 Euroopan Unionin (EU) jäsenmaat ovat hyväksyneet Euroopan aluesuunnitte-
lun ja aluekehityksen suuntaviivat (*European Spatial Development Perspective*, ESDP) (Eu-
roopan komissio 1999), jotka ovat osa EU:n aluesuunnittelutyötä. ESDP-suuntaviivat eivät
ole sitovia, mutta niiden periaatteet ovat yleisesti hyväksytyjä. VAT:et ja ESDP-suuntavii-
vat korostavat samoja teemoja, ja VAT:illa edistetään suuntaviivojen toteutumista. Yksi
ESDP:n periaatteiden pääryhmä on luonnon- ja kulttuuriperinnön järkevä hoito ja suojele-
minen, ja suuntaviivoissa nostetaan esille muun muassa luonnonvarojen, kuten vesien, jär-
kevä hoito sekä paikallisen ja alueellisen tason aluesuunnittelun merkitys luonnon moni-
muotoisuuden säilyttämisessä. (Hallberg et al. 2015, Valtioneuvosto 2008.)

Myös muulla lainsäädännöllä suojellaan luontoa, vesistöalueita tai niiden osia. Metsälain
(1093/1996) 10 §:ssä luonnon monimuotoisuuden turvaamiseksi on määritelty monimuotoi-
suuden kannalta tärkeitä elinympäristöjä, joita suojellaan rajoittaen hoito- ja käyttötoimen-
piteitä (10b §). Myös vesilain (587/2011) 11 §:ssä listataan suojeltavat vesiluontotyypit,
jotka tulee säilyttää luonnontilaisina. Laki tulvariskien hallinnan (620/2010) 1 §:n mukaan
lain tarkoituksena on sovittaa tulvariskien hallinta ja vesistöalueen muu hoito yhteen, ja sa-
malla huomioida vesivarojen kestävä käyttö ja suojelun tarpeet. Koskiensuojelulaissa
(35/1987) (1 §) suojellaan tietyt kosket uuden voimalaitoksen rakentamiselta. Erämaalain
(62/1991) 3 §:ssä on perustettu 12 erämaa-aluetta, minkä tavoitteena on muun muassa erä-
maa-alueiden säilyttäminen. Maa-aineslain (555/1981) 3 §:ssä säädetään maa-aineksen otta-
misesta pohjavesialueilla ja rantavyöhykkeillä.

2.2.2.3 Ympäristönsuojelu ja vesihuolto

Ympäristönsuojelulakia (YSL, 527/2014) sovelletaan kohteisiin, jotka saattavat aiheuttaa
ympäristön pilaantumista (YSL 2 §). Ympäristönsuojelulailla voidaan vaikuttaa esimerkiksi
pääosaan vesien pilaantumista aiheuttavista hankkeista, kuten asumis- tai teollisuusjäteve-
sien johtamisesta (YSL 10 §). YSL:n (16–17 §) mukaan maaperää tai pohjavesiä ei saa pi-
lata. Lisäksi kunta voi antaa YSL 202 §:n mukaisia paikallisista olosuhteista johtuvia ympä-
ristönsuojelumääräyksiä, jotka voivat koskea esimerkiksi ”*sellaisten alueiden määrittelyä,
joilla ympäristön erityisen pilaantumisvaaran vuoksi on kielletty jäteveden johtaminen maa-
han, vesistöön*” tai uomaan, sekä muita vesien tilan parantamista koskevia toimia. Ympäris-
tönsuojelumääräys voi koskea esimerkiksi jätevesien käsittelyä ja etäisyysvaatimuksia ve-
sistöön ranta-alueella, ja jätevesien päästäminen maahan tietyillä alueilla (pohjavesi, tiheään
asutut loma-asutuksen alueet) voidaan kieltää (Hallberg et al. 2015, Jarva 2005).

Esimerkiksi Lohjan ympäristönsuojelumääräyksiensä 5 §:ssä (Lohjan kaupunki 2015a) kielle-
tään jätevesien johtaminen suoraan vesistöön. Lisäksi rantavyöhykkeellä vesikäymälän ra-

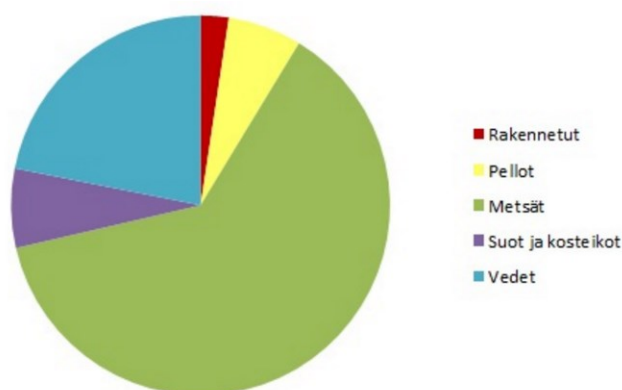
kentäminen on kiellettyä, ellei kiinteistölle ole pysyvää tieyhteyttä. Kiinteistöillä, joilla käymäläjätevesiä ei erotella, on jätevedet johdettava umpisäiliöön. Tästä määräyksestä voidaan kuitenkin poiketa erityistilanteissa. Rantavyöhykkeellä käymäläjätevesien käsittelyn ja puhdistettujen jätevesien purkupaikan on oltava vähintään 100 m etäisyydellä rannasta, mutta esimerkiksi vähäiset pesuvedet voidaan joissain tapauksissa imeyttää 30 m etäisyydellä rantaviivasta. Myös ranta-alueiden tulva-alueilla jäteveden käsittelylaitteistot sijoitetaan niin, ettei niistä pääse tulvan aikana huuhtoutumaan jätevettä vesistöön.

Viemäriverkoston ulkopuolisten alueiden jätevesien käsittelystä ja johtamisesta säädetään YSL 16 luvussa. Jätevesiä koskee yleinen (YSL 155 §) puhdistamisvelvollisuus, eli viemäriverkon ulkopuolisilla alueilla jätevedet on puhdistettava tai johdettava niin, että ne eivät aiheuta ympäristön pilaantumisen vaaraa. Tämä pätee myös, jos kiinteistön toimintaan ei tarvita ympäristölupaa. Maahan tai vesistöön ei saa johtaa käsittelemättömiä talousjätevesiä, mutta vähäiset jätevedet, jotka eivät sisällä vesikäymälän jätevesiä voidaan imeyttää maahan, jos se ei aiheuta haittaa ympäristölle. YSL 156 §:n mukaan kiinteistön jätevesien käsittelyjärjestelmän on sovellettava käyttökohteeseen, kuten pohjavesi- tai ranta-alueelle, ja sen on saavutettava tietty valtioneuvoksen jätevesiasetuksen mukainen puhdistustaso orgaanisen aineen, fosforin ja typen osalta.

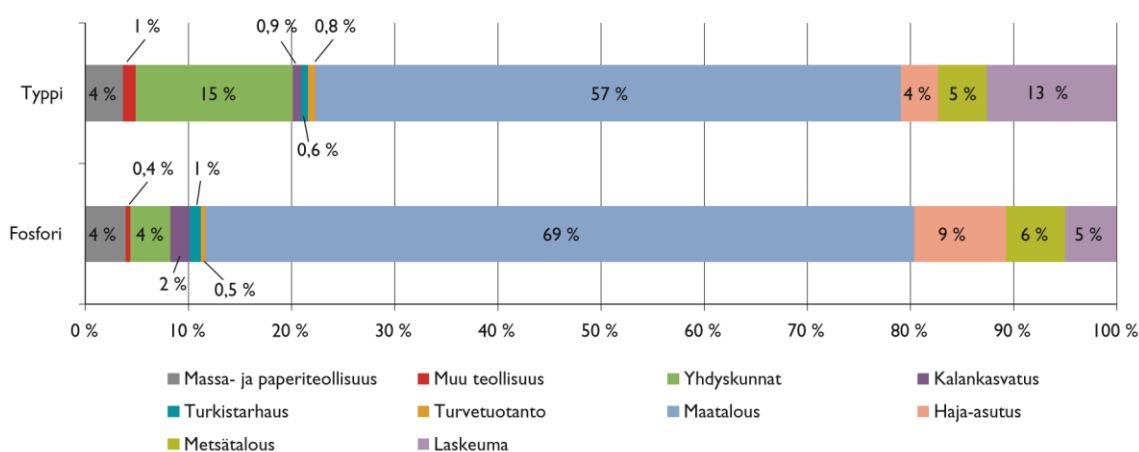
Vesihuoltolailla (VHL, 119/2001) pyritään muun muassa turvaamaan ympäristönsuojelun kannalta asianmukainen viemärinti (1 §). VHL 6 §:n mukaan kiinteistön omistaja on vastuussa kiinteistön vesihuollosta, mutta kuitenkin VHL 5 §:n mukaan kunnan on kehitettävä vesihuoltoaan yhdyskuntakehitystä vastaavaksi. Viemäriverkostojen ulkopuolisia alueita koskeva jätevesiasetus (157/2017) ohjaa haja-asutus alueiden talousjätevesien käsittelyä niin, ettei niistä aiheudu ympäristön pilaantumisen vaaraa. Myös EU:n yhdyskuntajätevesidirektiivi (91/271/ETY) koskee viemärintijärjestelmiä ja jätevesien käsittelyä.

2.3 Kuormituksen lähteet

Kokonaiskuormitukseen lasketaan haja- ja pistekuormitus. Kokonaiskuormituksen tyyppi ja fosfori aiheuttavat vastaanottavassa vesistössä rehevöitymistä. Vuonna 2011 Suomen kokonaiskuormitus oli typen osalta 61 000 tonnia ja fosforin osalta 3 800 tonnia (Laitinen et al. 2014). Ihmisen toiminta ja eri maankäyttömuodot vaikuttavat kuormituksen määrään ja laatuun. Maankäyttömuotoja ovat esimerkiksi metsä, pelto ja asuinalue, joita voidaan jakaa alaluokkiin, muun muassa asuinalueen tiiviyyden tai metsän maaperän mukaan. Yhden maankäyttömuodon tai alaluokan sisällä voi olla paljonkin vaihtelua, mutta alueilta syntyvää kuormitusta pyritään arvioimaan esimerkiksi ominaiskuormituslukujen avulla, jotka pyrkivät edustamaan kyseessä olevaa maankäytön muotoa mahdollisimman hyvin. (Finér et al. 2010, Launiainen et al. 2014, Vakkilainen et al. 2005.) Pääosa Suomen pinta-alasta on metsää ja vettä, rakennetun ympäristön ja peltujen viedessä paljon vähemmän pinta-alaa (Kuva 3) (Syke 2016c). Kuitenkin maatalous on suurin yksittäinen kuormittaja, ja haja-asutus ja yhdyskunnat ovat pienestä pinta-alasta huolimatta merkittävä kuormittaja (Kuva 4) (Laitinen et al. 2014). Finér et al. (2010) on arvioinut taustakuorman olevan noin 33 % Suomen vesistöihin tulevasta ravinnekuormituksesta.



Kuva 4. CORINE aineiston mukainen maanpeitystyyppien jakautuminen Suomessa vuonna 2012 (SYKE 2016c).



Kuva 3. Piste- ja hajakuormituksen osuudet fosfori- ja typpikuormituksesta Suomessa vuonna 2011 (Laitinen et al. 2014).

2.3.1 Yhdyskunnat

Suomessa rakennetun maan osuus maapinta-alasta on noin 4,4 %. Eniten rakennettua maata on Uudellamaalla (alle 14 %). Määrää on tarkasteltu vuodesta 2000 lähtien CORINE -maankäyttöaineiston perusteella (EU:n koko Euroopan laajuinen maankäyttöaineisto). (Peltola 2014, Tattari et al. 2015.) Yhdyskunnat aiheuttavat Suomen typpikuormituksesta noin 15 % ja fosforikuormituksesta 4 %, jolloin yhdyskunnat ovat toiseksi suurin kuormituksen lähde Suomessa (Laitinen et al. 2014).

Urbanisoituneilla alueilla suuri osa alasta on asutusta, mutta niihin sisältyy myös teollisuus-alueita ja liikennealueita. Lisäksi asutuksen intensiteetti vaihtelee tiheään asutuilta kerrostaloalueilta harvaan rakennetuille pientaloalueille. Kerrostaloalueiden päästöt ovat suurempia kuin pientaloalueiden, mutta vesiensuojelun kannalta kerrostalot ovat paras vaihtoehto, asukaskohtaisen päästömäärän jäädessä pieneksi. Myös päällystetyn pinnan määrä vaikuttaa kuormituksen määrään, ja se vaihtelee eri tyyppisillä asuinalueilla ja keskusta-alueilla. (Lau-niainen et al. 2014, Vakkilainen et al. 2005.)

Jätevesihuollon piirissä olevien kiinteistöjen jätevedet johdetaan jätevedenpuhdistamoille, jolloin kiinteistöillä syntyvä kuormitus johdetaan vesistöön pistekuormituksena puhdistettujen jätevesien purkupaikassa. Pääasiassa kaikki puhdistamolle tuleva jätevesi puhdistetaan, mutta joskus rankkasateiden aikana vettä saattaa tulla jätevedenpuhdistamolle niin paljon, että osa on johdettava laitoksen ohi puhdistamatta. Lisäksi jätevesihuollon ongelmana on huonokuntoiset ja vuotavat viemäriverkostot. Puhdistamojen puhdistusteho vaihtelee, mutta jätevedenpuhdistamoilla voidaan poistaa jäteveden tyypestä keskimäärin noin 56 % ja fosforista yli 90 % (vuonna 2005). (Antikainen et al. 2009, Launiainen et al. 2014, Mäenpää & Tolonen 2011, Tattari et al. 2015.)

Rakennetuilta, vettä läpäisemättömiltä, pinnoilta valuvat sade- ja sulamisvedet (hulevedet) kuljettavat ravinteita vesistöön. Hulevesistä vain pieni osa puhdistetaan, jolloin pinta-ajissa tai sadevesiviemäreissä johdettava rakennetuilta alueilta peräisin oleva vesi kuljettaa rakennetun alueen ravinteet vesistöön. (Launiainen et al. 2014, Kotola & Nurminen 2003, Vakkilainen et al. 2005.) Pintavaluntana tuleva vesi lisääntyy ja veden laatu heikkenee kaupungistumisen myötä (Vakkilainen et al. 2005). Hulevesien ravinteet ovat peräisin muun muassa liikennealueilta, viemärivuodoista, jätesäiliöistä, lannoitteista, eläinten jätöksistä ja orgaanisen aineen hajoamisesta (Kotola & Nurminen 2003). Ravinnepitoisuudet hulevesissä ovat taustakuormaa suuremmat, sillä pintavalunnan mukana rakennettujen alueiden ravinteet kulkeutuvat nopeammin vesistöön kuin luonnossa. Läpäisevän pinnan muuttaminen läpäisemättömäksi vaikuttaa alueen hydrologiaan, jolloin esimerkiksi virtaamat ja niiden vaihtelut ovat suurempia kuin luonnossa. Lisäksi pintavalunnan osuus kokonaisvalunnasta on suurempi rakennetuilla kuin rakentamattomilla alueilla, ja vettä imeytyy maaperään vähemmän kuin esimerkiksi maaseudulla. Rakennetulla alueella haihdunta sekä veden- ja aineiden pidentämyskyky ovat pienempiä kuin luonnossa. (Launiainen et al. 2014, Kotola & Nurminen 2003, Krebs et al. 2013.) Suomessa hulevesiä on perinteisesti johdettu avo-ojiin ja puroihin harvempaan asutuilla alueilla, ja seka- ja erillisviemäriin tiheämpään asutuilla alueilla, joiden kautta hulevedet kulkeutuvat vesistöihin. Näiden lisäksi hulevesien puhdistukseen on vaihtoehtoisia ekologisia puhdistusratkaisuja. (Tattari et al. 2015.)

Yhdyskunnissa ja haja-asutusalueilla vesiensuojelun keskeisimpiä ohjauskeinoja ovat vesihuollon kehittäminen, hulevesien parempi hallinta ja käsittely, kuivakäymälöiden ja muiden vedettömien jätehuoltoratkaisujen käytön edistäminen sekä haja-asutuksen jätevesihuoltoon liittyvän neuvonnan parantaminen. Lisäksi on tärkeää edistää maankäytön suunnittelun, rakentamisen ja vesihuollon suunnittelun yhteensovittamista. (Mäenpää & Tolonen 2011.)

Teollisuudesta syntyy pistekuormitusta. Liike- ja teollisuusalueiden kuormitus on pienempää kuin asuinalueiden aiheuttama kuormitus (Vakkilainen et al. 2005). Esimerkiksi teollisuuslaitoksista, kalankasvatuksesta ja turkistarhauksesta syntyy kuormitusta, koska muun muassa osa jätöksistä ja rehusta kulkeutuu vesistöön. Myös teollisuuden häiriötilanteet voivat kuormittaa vesistöä (Karonen et al. 2016a). Teollisuuden aloista massa- ja paperiteollisuus on eniten vesistöjä kuormittava ala, mutta myös esimerkiksi kaivosteollisuus ja lannoitevalmistus aiheuttavat kuormitusta vesistöön. (Launiainen et al. 2014, Tattari et al. 2015.) Massa ja paperiteollisuuden kuormituksen osuus tyypikuormituksesta on noin 4 % ja fosforikuormituksesta 4 %, muun teollisuuden osuuksien ollessa noin 1 % ja 0,4 % (Laitinen et al. 2014). Liikennealueet kuormittavat myös vesistöä, ja niiden aiheuttama kuormituksen suuruus on samaa luokkaa pientaloalueiden kanssa. Liikennealueet ovat lähes kokonaan päällystettyä pintaa, jolloin ravinteet ja kiintoaines huuhtoutuvat pinnoilta helposti. (Vakkilainen et al. 2005.) Teollisuuden vesiensuojelua voidaan Suomessa ohjata muun muassa ympäristö-

lupamenettelyllä, riskienhallistasuunnitelmilla sekä uusien kuormituslähteiden sijoittamisen ohjauksella (Mäenpää & Tolonen 2011).

2.3.2 Haja-asutus ja vapaa-ajan asunnot

Haja-asutusalueilla jätevesien puhdistus ei ole yhtä tehokasta kuin jätevedenpuhdistamoilla, mutta jätevesiasetuksen (157/2017) 3 §:n mukaan myös haja-asutusalueen jätevesien puhdistuksessa kokonaistypestä on poistettava vähintään 40 %, kokonaisfosforista 85 % ja orgaanisesta kiintoaineesta 90 %. Haja-asutusalueiden vakituisten asukkaiden jäteveden laatu ja määrä vastaavat vesihuollon piirissä olevia asukkaiden jätevettä, mutta loma-asutuksen jätevesien määrä ja laatu vaihtelevat, ja ne ovat usein vähäisempiä (Karonen et al. 2016a). Haja-asutuksen on arvioitu aiheuttavan Suomen typpikuormituksesta noin 4 % ja fosforikuormituksesta 9 % (Laitinen et al. 2014). Haja-asutusalueella on arvioitu olevan yli miljoona asukasta, mutta arviointeihin liittyy epävarmuutta, sillä eri arvioista on saatu erilaisia tuloksia. Kuitenkin suuri osa haja-asutusalueiden vakituista ja vapaa-ajan asunnoista ei ole liittynyt viemäriverkostoon, ja arviolta noin miljoona ihmistä elää Suomessa haja-asutusalueilla asunnoissa, joita ei ole liitetty viemäriverkostoon (Knuutila et al. 2011). Kuormitus vesi- ja viemäriverkostoon liittymättömiltä alueilta vähenee, mikäli vesihuoltoverkostoa laajennetaan näille alueille tai jätevesien käsittelyä parannetaan muuten. (Karonen et al. 2016a, Tattari et al. 2015.)

Suuri osa vapaa-ajan asunnoista sijaitsee vesihuollon ulkopuolella, ja niiden aiheuttamien jätevesien määrä ja laatu vaihtelevat muun muassa varustelutason ja vapaa-ajan asunnolla vietetyn ajan mukaan. Esimerkiksi usein käytössä olevat kuivakäymälät vähentävät vesistökuormitusta, koska tällöin jätevedet koostuvat pääasiassa pesuvesistä. Myös rakennuksen ja jätevedenkäsittelypaikan etäisyys rannasta vaikuttaa vesistökuormituksen määrään. (Karonen et al. 2016a, Launiainen et al. 2014.) Suuri osa vapaa-ajan asunnoista sijaitsee ranta-alueilla. Kuormituksen vähentämiseksi kiinteistökohtaista jäteveden käsittelyä voidaan tehostaa, jos kunta asettaa esimerkiksi rantavyöhykkeille tiukemmat ohjeet jätevesien käsittelystä. Esimerkiksi umpisäiliöitä tai kiinteistökohtaista puhdistusta ja kuivakäymälöitä voidaan suosia. (Rautanen 2002.) Lisäksi haja-asutusalueen jätevesiä voidaan esimerkiksi imeyttää maaperään, suodattaa maasuodattamossa tai puhdistaa omassa pienpuhdistamossa (Tattari et al. 2015).

Vapaa-ajanasuntojen varustelutaso on noussut, ja osa vapaa-ajan asunnoista on talviasuttavia, mikä lisää kuormituksen määrää. Korkeatasoisten vapaa-ajan asuntojen rakentaminen haja-asutusalueille on luontoa tuhlaavaa, sillä esimerkiksi kiinteistölle vievät sähkölinjat ja tiet vievät paljon tilaa, enemmän kuin kiinteistö itsessään. Parhaita loma-asumisen alueita ovat alueet, joilla olemassa olevaa tie- ja sähköverkostoa voidaan hyödyntää. Esimerkiksi keskelle metsää ei ole järkevää rakentaa korkean varustelutason vapaa-ajan asuntoa. Ympäristöministeriö suosittelee loma-asutuksen keskittämistä, jolloin olemassa olevasta infrastruktuurista saadaan hyöty tehokkaimmin irti. (Hallberg et al. 2015.) Suomessa on arvioitu olevan noin 500 000 vapaa-ajan asuntoa, jotka eivät ole liittyneet viemäriverkostoon, vaan käsittelevät jätevetensä muulla tavalla (Knuutila et al. 2011).

2.3.3 Maatalous

Maatalouden kuormitus on suurin yksittäinen ihmistoiminnasta aiheutuva kuormituksen lähde Suomessa. Viljaa viljellään Suomessa eniten Etelä- ja Lounais-Suomen rannikkoalueella (Mäenpää & Tolonen 2011, Peltola 2014). Esimerkiksi Uudellamaalla peltoja on noin

20 % maapinta-alasta ja koko Suomen alueella peltoja on noin 7,4 % maapinta-alasta. Maatalouteen lasketaan mukaan peltoviljely ja karjatalous. (Tattari et al. 2017, Tattari et al. 2015, Vuorenmaa et al. 2002.) Maatalouden osuus Suomen typpikuormasta vuonna 2011 oli noin 57 % ja fosforikuormasta noin 69 % (Laitinen et al. 2014).

Maatalouden toimenpiteet, kuten peltoviljely ja lannoitus, aiheuttavat hajakuormitusta vesistöön. Suurin osa kuormituksesta pääsee vesistöön suurien valuntahuippujen aikana (syys-sateet, lumen sulaminen), eli kuormitus vaihtelee voimakkaasti eri vuodenaikoina, säästä ja hydrologiasta riippuen (Puustinen & Väisänen 2010, Tattari et al. 2015). Kuormituksen määrään vaikuttavat myös esimerkiksi pellon sijainti vesistöön nähden (Launiainen et al. 2014, Puustinen et al. 2010). Pellot sijaitsevat usein vesistöjen läheisyydessä, ja suurella osalla pelloista on suora yhteys vesistöön kuivatusuomien kautta (Tattari et al. 2015). Lisäksi pellon kaltevuus ja maalaji vaikuttavat voimakkaasti muun muassa kiintoainekseen sitoutuneen fosforin huuhtoutumiseen pelloilta vesistöön, jolloin kuormitus voi fosforin osalta moninkertaistua. Esimerkiksi kasvillisuuden puute vaikuttaa suuresti eroosion kautta fosforikuormaan. Myös pelloilla tehdyt toimenpiteet vaikuttavat kuormituksen määrään, ja ne voivat muuttaa kuormituksen määrää vuosittain. Paikallisten olosuhteiden suuri vaihtelevuus vaikeuttaa maatalouden kuormituksen seurantaan. (Launiainen et al. 2014, Puustinen et al. 2010.) Maatalouden vesiensuojelun ohjauskeinoja Suomessa ovat esimerkiksi erilaisten tukien kohdentaminen, neuvonnan edistäminen, mittaus- ja seurantamenetelmien parantaminen sekä uusien vesiensuojelukeinojen löytäminen ja käyttöönotto (Mäenpää & Tolonen 2011). Maatalouden aiheuttamaa kuormitusta voidaan vähentää erilaisilla toimenpiteillä, kuten viljely- ja muokkauskäytäntöjen muuttamisella, suojavyöhykkeillä ja peltojen ulkopuolisilla kosteikoilla (Tattari et al. 2015).

2.3.4 Metsätalous

Metsien osuus koko Suomen pinta-alasta on arvioiden mukaan noin 86 %. Etelä-Suomessa 78 % maa-alasta on metsää, ja 97 % niistä puuntuotanto on sallittua. (Peltola 2014.) Maatalousvaltaisilla alueilla metsien pinta-ala voi olla paljon pienempi, kuten alle 60 % maapinta-alasta (Tattari et al. 2015). Metsien suuresta osuudesta huolimatta metsätalouden typpikuormitus vuonna 2011 on ollut vain 5 % ja fosforikuormitus 6 % koko Suomen kuormituksesta (Laitinen et al. 2014).

Metsätalouden toimenpiteet, kuten maanmuokkaukset, päätehakkuut, lannoitukset ja ojitukset, lisäävät metsistä vapautuvaa ravinnekuormitusta. Tällöin esimerkiksi valunta ja eroosio voivat lisääntyä ja kasvillisuuden ravinteidenotto muuttua. Metsässä suoritettulla toimenpiteellä voi olla pitkäaikaiset vaikutukset kuormitukseen. (Finér et al. 2010, Launiainen et al. 2014, Tattari et al. 2015, Vuorenmaa et al. 2002.) Esimerkiksi päätehakkuu lisää kuormitusta eniten 1–3 vuoden ajaksi, mutta vaikutukset voivat näkyä yli 10 vuoden ajan hakkuusta. Metsätalouden vaikutus on suurinta alueilla, joilla ihmisen vaikutus on pienintä, kuten jokien latvavesistöissä. Metsätalouden toimenpiteiden aiheuttama hajakuormitus on kuitenkin usein melko vähäistä verrattuna esimerkiksi maatalouteen. Metsätalouden kuormitusvaikutuksia voidaan pienentää esimerkiksi suojakaistoilla ja laskeutusaltailla. (Ahti et al. 2005, Finér et al. 2010, Kenttämies & Mattsson 2006, Nieminen & Ahti 2005, Tattari et al. 2017, Vuorenmaa et al. 2002.)

Epävarmuutta metsien ominaiskuormitukseen tuo se, kuinka tarkasti metsien ominaisuudet otetaan huomioon. Ominaiskuormitusluvut vaihtelevat metsäalueiden ominaisuuksien mu-

kaan. Esimerkiksi maaperä, sijainti, kaltevuus, ojitukset, metsätoimenpiteet ja kuluneet vuodet metsätaloustoimenpiteistä vaikuttavat ominaiskuormituslukuihin. Lisäksi ominaiskuormituslukuja määritettäessä on oletettu, että vesiensuojelusta on huolehdittu. Lisäksi oletetaan, että alueet, joilta ominaiskuormitusluvut on määritetty, ovat edustavia alueita ja niiltä saadut tulokset voidaan yleistää koskemaan tyypillistä metsää. (Finér et al. 2010, Kenttämies & Mattsson 2006, Nieminen & Ahti 2005, Tattari et al. 2017.) Vesiensuojelua voidaan ohjata metsätalouden osalta esimerkiksi päivittämällä ja kehittämällä vesiensuojelun ohjeita ja menetelmiä, kehittämällä ja lisäämällä valuma-alueen suunnittelua vesiensuojelun osalta, kehittämällä metsätalouden vesistökuormitusta sekä lisäämällä koulutusta ja neuvontaa (Mäenpää & Tolonen 2011). Metsätalousalueilla vesiensuojelutoimenpitein voidaan käyttää muun muassa suojavyöhykkeitä, laskeutusaltaita ja pintavalutuskenttiä, jotka vähentävät kiintoaineen lisäksi vesistöihin kulkeutuvien ravinteiden määrää. Myös kosteikkoja on käytetty vesien puhdistukseen metsätalousalueilla. (Tattari et al. 2015.)

2.3.5 Turvetuotanto

Turvetuotantoa voidaan pitää pistekuormittajana, joka voi aiheuttaa merkittävää vesistökuormitusta paikallisesti. Turvetuotantoalueen kuormitus on usein suurempaa kuin luonnonmaisella suolla. Turvetuotannosta aiheutuva kuormitus vaihtelee paikallisesti ja ajallisesti muun muassa valunnan määrästä, maantieteellisestä sijainnista, ojituksesta, turpeen ominaisuuksista sekä tuotanto- ja kunnostustoimenpiteistä riippuen. Lisäksi vesiensuojelumenetelmillä voidaan vaikuttaa turvetuotantoalueelta lähtevään kuormitukseen. (Kløve et al. 2013, Mäenpää & Tolonen 2011.) Turvetuotannon osuus Suomen ravinnekuormituksesta on noin 0,8 % typestä ja 0,5 % fosforista (Laitinen et al. 2014). Vesiensuojelua turvetuotantoalueilla voidaan ohjata valuma-aluekohtaisella suunnittelulla kuormituksen vähentämiseksi, kehittämällä vesiensuojelutoimenpiteitä valuma-alueella sekä ohjaamalla turvetuotantoalueiden sijoittumista (Mäenpää & Tolonen 2011). Turvetuotannon kuormitusta vähentäviä toimenpiteitä ovat muun muassa pintavaluntakentät, laskeutusaltaat, kosteikot ja kasvillisuuskentät, joilla pystytään vähentämään erityisesti kiintoaineen määrää. Lisäksi kuormituksen määrää pystytään pienentämään suunnittelemalla tuotantoalue mahdollisimman vähän kuormittavaksi jo suunnitteluvaiheessa. (Tattari et al. 2015.)

2.3.6 Taustakuormitus ja laskeuma

Taustakuorma, eli luonnonhuuhtouma, on kuormitusta, joka kulkeutuu vesistöön luonnontilaiselta alueelta, johon ihmisen toiminta ei ole vaikuttanut. Se asettaa alueelle perustason, jonka lisäksi kuormitusta syntyy ihmisen toiminnasta (Launiainen et al. 2014). Taustakuormitus vaihtelee alueittain, ja siihen vaikuttavat muun muassa turvemaiden osuus valuma-alueesta sekä valuma-alueen sijainti. (Finér et al. 2010, Kortelainen et al. 2006, Mattsson et al. 2003, Sillanpää et al. 2006.) Pohjoisen havumetsävyöhykkeen taustakuorma on yleensä hyvin vähäistä, etenkin kivennäismaalajeilla (Sillanpää et al. 2006). Etelä-Suomessa typpilaskeuma on suurempi ja maaperä ravinteikkaampaa kuin Pohjois-Suomessa, mistä johtuu näiden alueiden eroavat taustakuormitusluvut. Taustakuorman osuus Suomen vesistöjen ravinnekuormituksesta on noin 33 %. (Finér et al. 2010.)

Ilmasta tulevan kuiva- tai märkälasseuman mukana alueelle kulkeutuu muilta alueilta peräisin olevaa ja vesistöä kuormittavaa typpeä ja fosforia. Vesistöön kohdistuva laskeuma otetaan kuormitusarviossa erikseen huomioon, kun taas maa-alueiden laskeuma sisältyy taustakuormaan. (Launiainen et al. 2014, Vuorenmaa 2004.) Laskeuman osuus Suomen ravinnekuormituksesta on typen osalta 13 % ja fosforin osalta 5 % (Laitinen et al. 2014).

2.3.7 Sisäinen kuormitus

Vesistön kuormitukseen vaikuttavat sekä ulkoinen että sisäinen kuormitus. Sisäisessä kuormituksessa vesistössä olevat ravinteet kiertävät pohjasedimenttien, eliöiden ja veden välillä. (Laitinen et al. 2014, Mäenpää & Tolonen 2011.) Pohjasedimentteihin sitoutunut fosfori vapautuu, jos happipitoisuus järven pohjalla vähenee. Happipitoisuuden vähenemistä voi aiheuttaa ulkoinen kuormitus. Kun ulkoinen kuormitus jatkuu pitkään, happipitoisuus vähenee järven pohjalla, jolloin pohjasedimentteihin sitoutunut fosfori vapautuu veteen. Tällöin vapautuva fosfori aiheuttaa tuotannon kasvua, jolloin pohjavesien hapenkulutus kasvaa orgaanisen aineksen hajotessa. Tällöin happikadot voimistuvat entisestään. Järven sisäinen kuormitus voi ylläpitää järven rehevöitymistä, ja sitä voidaan vähentää ulkoisen kuormituksen vähentämisellä. Järven elpyminen voi olla kuitenkin hidasta, jolloin voidaan käyttää erilaisia hoitotoimenpiteitä, kuten hapetusta, vesikasvien poistoa ja hoitokalastusta. (Karonen et al. 2016a, Ulvi & Lakso 2004.)

2.4 Ominaiskuormitusluvut

Ominaiskuormituslukuja käytetään valuma-alueen kuormituksen laskennassa kuvaamaan tietyn maankäyttötyypin aiheuttamaa ravinnekuormituksen lisäystä suhteessa pinta-alayksikköön. Ominaiskuormitusluku on yksikössä ravinteen massa per pinta-ala per vuosi ($\text{kg ha}^{-1} \text{a}^{-1}$) tai yksikössä ravinteen massa per asukas per vuosi ($\text{kg as}^{-1} \text{a}^{-1}$). (Finér et al. 2010, Launiainen et al. 2014.) Ominaiskuormitusluvulla kuvataan ihmisen toiminnasta aiheutuvaa vesistökuormituksen lisäystä taustakuormaan. Taustakuorma on usein pienempää kuin ihmisen aiheuttama kuormitus. Ominaiskuormituslukujen avulla voidaan arvioida valuma-alueelta tulevan vesistökuormituksen määrää. (Launiainen et al. 2014, Vuorenmaa et al. 2002.)

Kuormitusta syntyy haja- ja pistekuormituslähteistä. Hajakuormituksen lähdettä ei voida määrittää yhteen pisteeseen, ja hajakuormitukseen kuuluu muun muassa maa- ja metsätaloustoimenpiteistä, viemäriverkon ulkopuolella olevista asuinalueista ja rakennettujen alueiden hulevesistä peräisin oleva kuormitus. Pistekuormitusta aiheuttavat esimerkiksi jätevedenpuhdistamot, turvetuotanto ja teollisuuslaitokset. Pistekuormituksen lähde voidaan määrittää tarkasti. Pistekuormittajien ominaiskuormitusluvut määritetään kohteiden kuormituksen seurannan avulla. (Karonen et al. 2016a, Launiainen et al. 2014) Ominaiskuormituslukuja erilaisille hajakuormitustyypeille on määritetty yleisesti kenttäkokeilla ja esimerkiksi valuma-aluepareilla (Launiainen et al. 2014, Vuorenmaa et al. 2002). Taustakuormaa on selvitetty eri puolilla Suomea sijaitsevilta luonnontilaisilta pieniltä koealueilta, jotka ovat sijainneet esimerkiksi luonnonsuojelualueilla. (Kortelainen et al. 2006, Launiainen et al. 2014, Mattsson et al. 2003, Vuorenmaa et al. 2002.)

Ominaiskuormituslukujen avulla voidaan arvioida valuma-alueelta vesistöön kulkeutuvan ravinnekuormituksen määrää, ja niitä käytetään Suomessa kuormituksen arvioinnissa muun muassa ympäristöhallinnon vesistökuormituksen arviointi- ja hallintajärjestelmässä (VEPS) (Tattari & Linjama 2004), viljelyalueiden valumavesien hallintamallissa (VIHMA) (Puustinen et al. 2010), metsätalouden typpi-, fosfori- ja kiintoainekuormituksen laskentamenetelmässä (KALLE) (Finér et al. 2010) sekä valuma-alueen vesistökuormituksen laskennan työkalussa (KUSTAA) (Launiainen et al. 2014). (Karonen et al. 2016a.) Ominaiskuormituslukujen vuosittainen vaihtelu johtuu suurelta osin hydrologisesta vaihtelusta ja pitkän aikavälin muutokset taas johtuvat ihmistoiminnan muutoksista (Tattari et al. 2015).

2.5 Rantojen rakentamisen suunnittelu ja vesistökuormitus – Hormajärvi

Vesistön valuma-alueen maankäytöllä on suuri vaikutus syntyvän vesistökuormituksen määrään. Sekä valuma-alueen että ranta-alueen kuormituksen määrään vaikuttaa suuresti alueella esiintyvät maankäyttömuodot ja niiden jakauma. Ihmisen toiminta lisää usein syntyvän vesistökuormituksen määrää, mutta erilaisilla vesistönsuojelutoimenpiteillä sitä voidaan vähentää. (Finér et al. 2010, Launiainen et al. 2014, Vakkilainen et al. 2005.) Esimerkiksi maataloudessa ja muilla maankäytön muodoilla voidaan pyrkiä vähentämään maankäyttötyypin kuormituksen määrää esimerkiksi suojavajöhykkeillä ja muilla vesistönsuojelutoimenpiteillä (Tattari et al. 2015). Maatalous ja asutus ovat suuria vesistökuormituksen lähteitä Suomessa, vaikka ne eivät vie suurinta osaa maapinta-alasta. Metsätalous puolestaan kuormittaa vesistöjä paljon vähemmän, suuresta pinta-alastaan huolimatta. (Laitinen et al. 2014, Syke 2016c.) Vesistökuormitusta alueelta voidaan arvioida ominaiskuormituslukuihin perustuvalla menetelmällä, kuten esimerkiksi Launiainen et al. (2014) on tehnyt KUSTAA -työkalussa. Tämän työn kuormituksen arvioinnissa huomioitiin yleisimmät kuormittajat Suomessa, ja kuormituksen laskennan periaatteista ja ominaiskuormituslukujen valinnasta on lisää luvuissa 4.1 ja 4.2.

Maankäytön suunnittelussa tarkastellaan ranta-aluetta ja -vyöhykettä, ja niiden vaikutusta vesistöön (Jarva 2005), mutta muun valuma-alueen maankäyttö jää vähemmälle huomiolle. Koko valuma-alueen maankäytöllä on kuitenkin usein suurempi vaikutus vesistökuormituksen määrään kuin pelkillä ranta-alueilla. On kuitenkin huomioitava, että rannan maankäyttömuodolta kulkeutuu kuormitusta vesistöön enemmän pinta-alayksikköä kohden kuin muualta valuma-alueelta. Lisäksi suurilla valuma-alueilla myös vesistön sisäiset prosessit vaikuttavat kuormituksen määrään. (Launiainen et al. 2014.) Tämän työn kohdealueella, Lohjan Hormajärvellä valuma-alueen pinta-ala on melko pieni järven pinta-alaan verrattuna (SYKE 2017), mutta valuma-alueen maankäytön vaikutus vesistökuormitukseen on silti merkittävä ranta-alueen kuormitukseen verrattuna.

Maankäytön suunnittelussa tarkasteltujen ranta-alueiden lisäksi vesistöön laskevien pienten uomien, kuten purojen ja ojien, rannoilta kulkeutuu kuormitusta vesistöön. Pienten uomien rantoja ei kuitenkaan tarkastella maankäytön suunnittelussa varsinaisina ranta-alueina tai -vyöhykkeinä (Jarva 2005), jolloin vesistöön kulkeutuu kuormitusta muilta kuin rantojen mitoituksessa käytetyiltä ranta-alueilta ja -vyöhykkeiltä. Tämän työn kuormitusarviossa olevaan Hormajärveen ei laske muita kuin pieniä uomia (Heiskanen et al. 2011, Valjus 2003), jolloin pääosa Hormajärven vesistökuormituksessa tulee pienten uomien kautta.

Nykyään käytössä olevissa rantojen mitoituksen periaatteissa rakennuspaikkojen määrä perustuu rantaviivan pituuteen, pienen järven vesipinta-alaan tai pienen saaren maapinta-alaan. Mitoitusperiaatteet eivät ole lakisääteisiä, mutta ne ovat vakiintuneet käytössä. (Jarva 2005.) Mitoituksen periaatteilla, kuten emätilaperiaatteella, turvataan maanomistajien tasapuolista kohtelua (Jarva & Riipinen 2012), mutta ei oteta kantaa ympäristökysymyksiin tai vesien-suojeluun. Lisäksi yleiskaavassa on turvattava tarpeeksi suuri rakentamattomien rantojen määrä (MRL 72–73 §), esimerkiksi maisemallisista tai luonnonsuojelun syistä, jolloin voidaan turvata myös virkistysmahdollisuudet ja luonnon monimuotoisuus. Tässä työssä tutkitaan rantojen maankäyttömuutosten vaikutuksia vesistökuormitukseen, minkä avulla käytössä olevien rantojen mitoitusperiaatteiden rinnalle pyritään nostamaan vesiensuojelun näkökulma ravinnekuormituksen arvioinnin kautta. Riippuen tilanteesta, rannalle voi rakentaa,

jos rannalla on ranta-asetakaava, asemakaava tai osayleiskaava, jota voi käyttää rakennusluvan perusteena (MRL 72 §). Jos rannalla ei ole kaavaa, tarvitaan myönteinen poikkeamispäätös (Jarva 2005). Lisäksi rannalla olevan vapaa-ajan asunnon käyttötarkoituksen voi muuttaa joissain tapauksissa vakituiseksi (MRL 129 a §). Käyttötarkoituksen muuttamisen helpottamista tarkastellaan työn skenaarioissa.

Vesistökuormitus huomioidaan maankäytön suunnittelussa kansallisessa ja kansainvälisessä lainsäädännössä sekä sopimuksissa. Lainsäädännöllä pyritään ehkäisemään ja vähentämään vesien tilaa huonontavia tekijöitä. Lainsäädännöllä luodaan lähtökohdat luonnon- ja vesien suojelulle rannoilla. Muun muassa MRL, VAT:et, ylemmät kaavat, kaavojen sisältövaatimukset (myös yleis- ja asemakaavan erityiset sisältövaatimukset), LSL, Natura 2000 sekä maisema-alueet ovat sitovia lähtökohtia maankäytön suunnittelussa. Lisäksi suunnitteluun vaikuttaa muun muassa vesihuollon suunnittelu, jätevesien käsittelyä koskevat määräykset ja luonnon virkistyskäyttö. (Jarva 2005.) Kaavojen sisältövaatimuksissa ja lakien tavoitteissa vesiensuojelu on melko yleispiirteistä, mutta kuitenkin kaikilla kaavatasoilla on vesistön suojeluun liittyviä tavoitteita ja vaatimuksia. Ylempien kaavojen ja VAT:den vesiensuojeluun liittyvät tavoitteet ja vaatimukset siirtyvät alemmille kaavatasoille, jolloin myös vaatimukset ja tavoitteet tarkentuvat. Lisäksi kaavojen tavoitteet tarkentuvat vielä kunnan rakennusjärjestykseen ja ympäristönsuojelumääräyksiin mentäessä. (Hallberg et al. 2015.) Myös muun muassa jätevesiasetus (157/2017) otetaan huomioon suunnittelussa, ja esimerkiksi tämän työn skenaarioissa jätevesiasetuksessa oleva jätevedenpuhdistuksen minimitaso on otettu kuormitusarviointiin puhdistuksen tasoksi viemäriverkoston ulkopuolisille kiinteistöille.

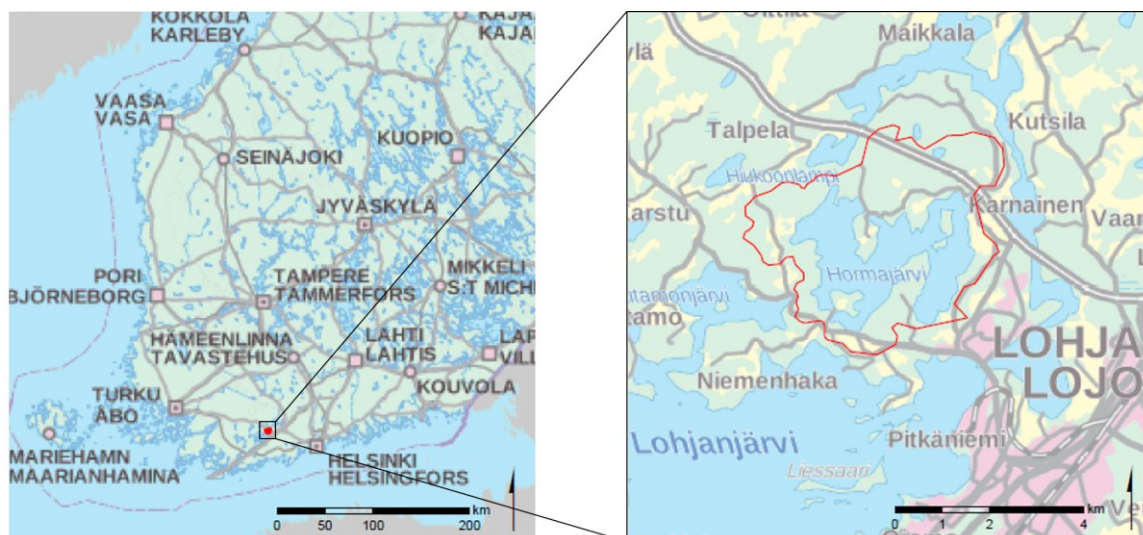
Kuormituksen vähentämiseen Hormajärven valuma-alueella liittyy Itämeren alueen merellisen ympäristön suojelua koskeva HELCOM -sopimus (2/2000), joka koskee Itämeren valuma-alueen maa-alueilta tulevan vesistökuormituksen vähentämistä. Lisäksi vesipolitiikan puitedirektiivi (2000/60/EY) liittyy vesistökuormituksen vähentämiseen Hormajärvellä. Vesipolitiikan puitedirektiivin mukaan Hormajärven tilaa pitäisi parantaa, ja sen pohjalta tehdyn vesienhoitosuunnitelman ja Uudenmaan vesienhoidon toimenpideohjelman (Karonen et al. 2016b) mukaan Hormajärven kunnostusta toteutetaan Hormajärvi yhdistys ry:n Hormajärven huoltokirjan mukaisesti.

Tässä työssä vesistökuormitukseen muutosten arviointiin käytetyt skenaariot on rakennettu perustuen käytäntöihin, sopimuksiin sekä lainsäädäntöön, kuten esimerkiksi käyttötarkoituksen muutoksen helpottamiseen (MRL 129 a §). Skenaariot perustuvat pääosin tilanteille, joita alueella voisi periaatteessa tapahtua ja jotka lainsäädäntö sallii, mutta skenaarioita on kuitenkin kärjistetty edustamaan tilanteiden ääripäitä, jotta kuormituserot saadaan näkyviin tuloksissa. Lisäksi tässä työssä ollaan kiinnostuneita rannalla tapahtuvien maankäyttömuutosten vaikutuksista vesistökuormituksen määrään, jolloin rantojen mitoittamiseen liittyvä 200 m ranta-alue huomioidaan kuormituksen arvioinnissa erillisenä osana valuma-alueesta. Tämän lisäksi tarkastellaan koko valuma-alueen kuormituksia.

3 Aineistot ja tutkimusalueen kuvaus

3.1 Hormajärven valuma-alue

Hormajärvi ja sen valuma-alue sijaitsevat Uudenmaan maakunnassa Lohjan kaupungissa (Kuva 5), noin 4 km päässä Lohjan keskustasta luoteeseen. Järven valuma-alue kuuluu Karjaanjoen vesistöalueeseen ja järvi laskee lounaisosastaan Lohjanjärven Outamonjärveen. Hormajärvi luokitellaan pintavesityypiltään pieniin ja keskikokoisiin vähähumuksisiin järviin. Järvessä on itäinen ja läntinen allas, joista itäinen on pienempi sekä pinta-alaltaan (noin neljännes vesialasta) että syvyydeltään (noin 12 m). Hormajärven suurin syvyys on 19,9 m ja keskisyvyys noin 7,3 m. Hormajärven valuma-alueen pinta-ala on noin 16,7 km² ja vesiala noin 5,10 km². Hormajärven rantaviiva on noin 30,7 km pitkä. Valuma-alueella on 3,09 ha kokoinen Ahvenlampi, joka on ainoa suurempi lampi valuma-alueella. Valuma-alueella on metsää noin 78 % ja peltoja 10 % maapinta-alasta. Järvisyys valuma-alueella on noin 30,4 %. (Corine maanpeite 2012 / Lähde: SYKE (osittain Metla, MAVI, LIVI, VRK, MML Maastotietokanta 05/2012), SYKE 2017.) Hormajärven tilavuus 36 537 000 m³ (SYKE 2017). Tilavuus on melko iso ja laskujoessa on pieni virtaama, mitkä vaikuttavat järven pitkään teoreettiseen viipymään. (Valjus 2003.)



Kuva 5. Hormajärvi ja sen valuma-alueen sijainti (Maanmittauslaitoksen Taustakarttasarjan 04/2017 aineisto, Valuma-aluejako / Lähde: SYKE).

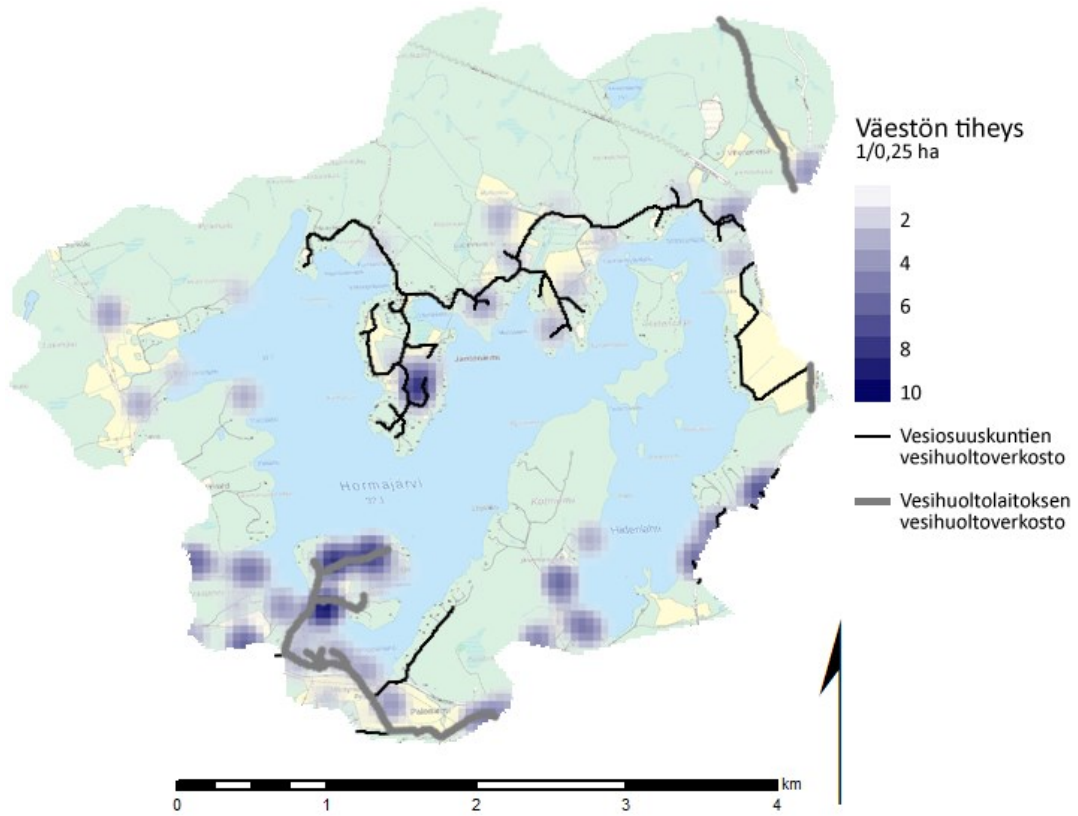
3.1.1 Veden laatu ja Hormajärven kunnostus

Hormajärven veden laatu on laskenut 1970-luvulta erinomaisesta tyydyttävään, ja järvi on alkanut rehevöityä. Hormajärven syvimmillä alueilla happikadot yleistyivät 1980-luvulla, ja järven sisäinen kuormitus on lisääntynyt (SYKE 2017, Valjus 2003). Nykyään Hormajärven ekologinen tila on tyydyttävä, biologinen tila tyydyttävä ja fysikaalis-kemiallinen tila hyvä. Järven heikko happitilanne aiheuttaa kuitenkin vieläkin järveen sisäistä kuormitusta, eikä Hormajärven tilan luokitus ole muuttunut viimeisen 10 vuoden aikana. (SYKE 2017.) Hormajärvi-yhdistys ry (perustettu 1991) on laatinut ensimmäisen hoitosuunnitelman järvelle vuosille 2007–2011, ulkoisen kuormituksen vähentämiseksi sekä järven läntisen syvännealueen hapettomuuden estämiseksi. Lisäksi järvellä on suoritettu hoitokalastusta, järveen laskeviin ojiin on rakennettu hidasteita ja läntistä syvännettä on jatkuvatoimisesti hapetettu. (Heiskanen et al. 2011.)

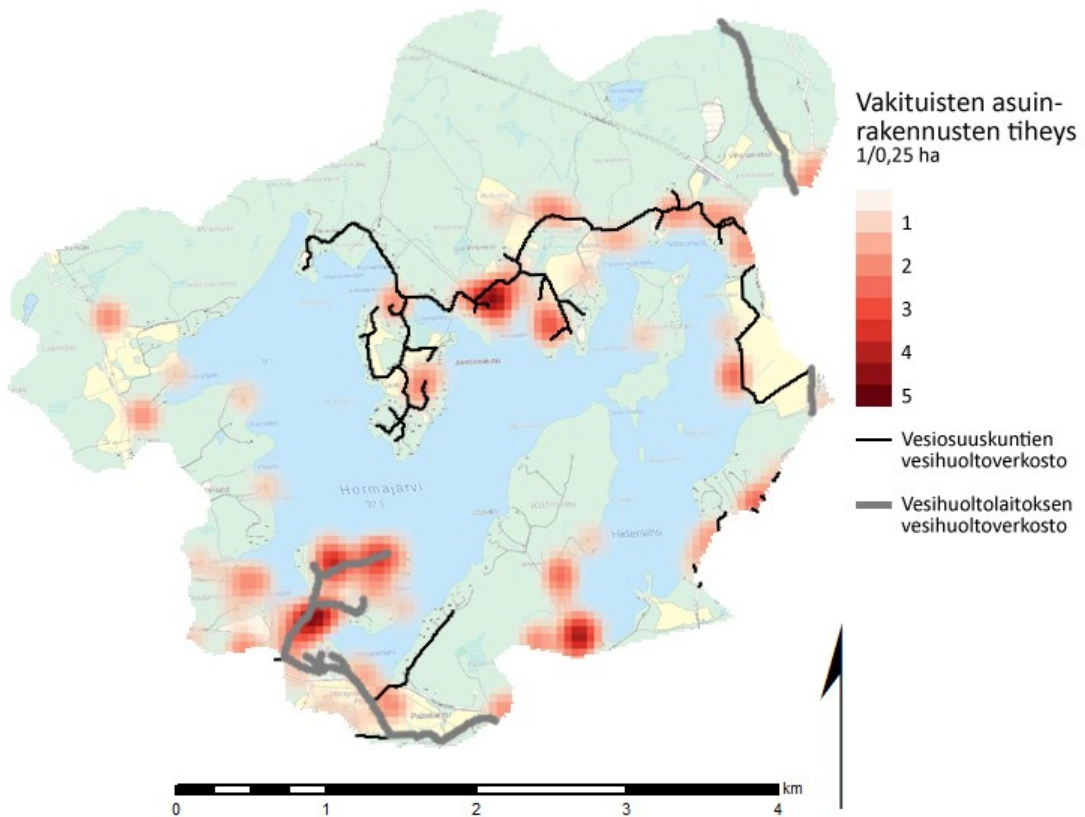
Yhdistys on laatinut ekologisen tilan parantamiseksi hoitosuunnitelman ja hoitotoimenpiteiden tavoitteet myös vuosille 2012–2016. Tavoitteet olivat ulkoisen kuormituksen vähentäminen (vesiosuuskuntien laajentamisella, ojien hidasteilla, kosteikoilla, suoja-alueilla), sisäisen kuormituksen hillitseminen (syvänteen hapetuksella, itäisen altaan mahdollisen kemikaalikäsittelyn tutkimisella), järviökosysteemin hoitaminen ja ravinteiden poistaminen (hoitokalastuksella) sekä muiden toimenpiteiden hyötyjen ja haittojen selvittäminen (muun muassa niittäminen, ruoppaus). (Heiskanen et al. 2011.) Hormajärvi on määritelty kunnostettavaksi järveksi (Karonen et al. 2016b), jonka kunnostussuunnitelmana toimii Hormajärven huoltokirja.

3.1.2 Väestö, rakennukset ja vesihuolto

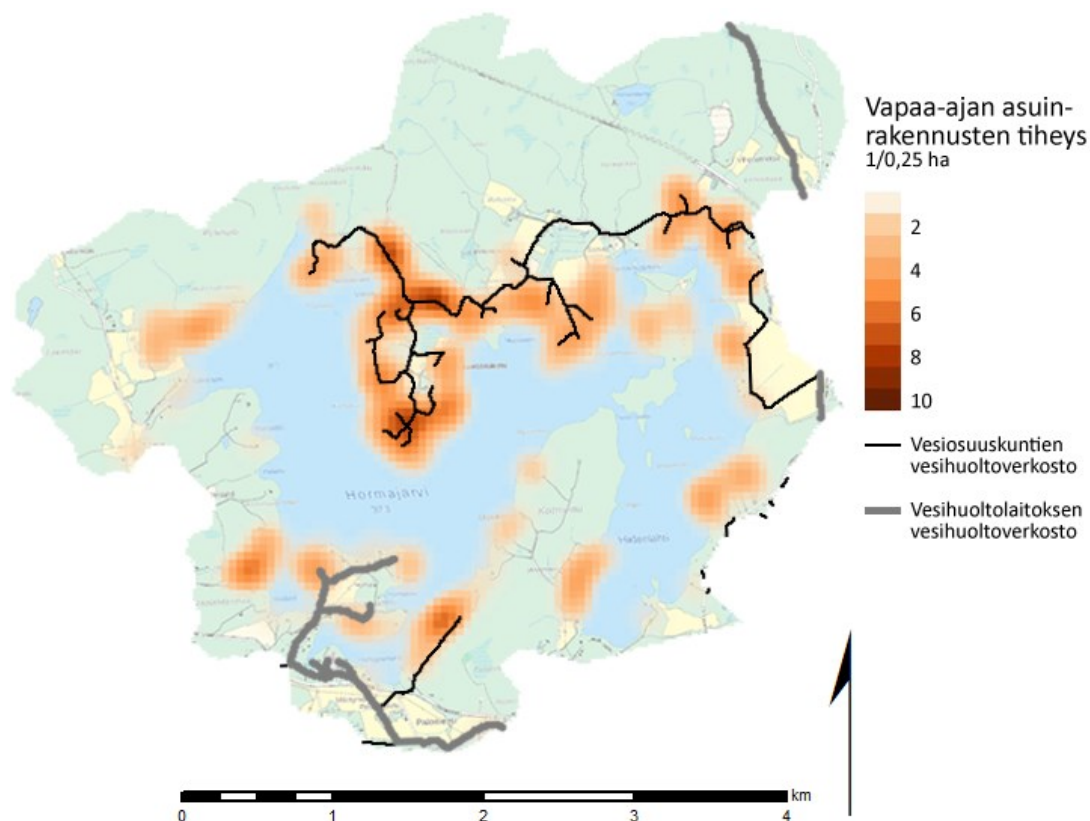
Lohjan kaupungin paikkatietoaineiston mukaan Hormajärven valuma-alueella on 106 asuinrakennusta, joista 102 on yhden asunnon taloja. Vakituksessa asuinkäytössä näistä on noin 60 asuinrakennusta ja vapaa-ajan asuntoina käytössä on 13 kpl. Vakituksia asukkaita alueella on yhteensä noin 185. Valuma-alueella ei ole taajama-asutusta, vaan kaikki asunnot ovat haja-asutus alueella. Vapaa-ajan asuntojen lukumäärä on noin 250, joista neljää käytetään vakituiseen asumiseen. Hormajärven valuma-alueella on pääasiassa loma- ja vakituiseen asumiseen liittyviä rakennuksia sekä muutama maa- tai metsätalouteen liittyvä rakennus. Lisäksi alueella toimii Kanneljärven opisto. Muut palvelut sijaitsevat pääosin muutaman kilometrin päässä, lähempänä Lohjan keskustaa. Väestö on pääosin rannan ja vesihuoltoverkon läheisyydessä (Kuva 6), ja suurimmat puutteet vesihuoltoverkostossa ovat valuma-alueen kaakkoisosassa (Kotniemi) sekä länsi- ja lounaisosissa (Pirklahden ja Hormajoen alueet). Vakituksien asumisen asuinrakennukset sijoittuvat samoihin kohtiin väestön kanssa (Kuva 7). Vapaa-ajan asuinrakennukset sijaitsevat pääosin ranta-alueella ja vesihuoltoverkosto on rakennettu kattamaan vapaa-ajan asuntoja (Kuva 8). Puutteet vesihuoltoverkostossa ovat samat kuin vakituksella asutuksella, mutta lisäksi vapaa-ajan asuntoja on esimerkiksi Hormajärven itäosan Hiidensaarella. Lohjan kaupungilla sekä Hormajärven valuma-alueen asukkailla on lisääntynyt kiinnostus haja-asutusalueen paineviemäriverkoston laajentamista kohtaan, sillä jätevedet aiheuttavat ravinnekuormitusta vesistöön, kaivojen saastumisia ja hajuhaittoja. Vesihuoltoverkkoa laajennetaan Lohjalla uusien kaava-alueiden rakentuessa sekä tarpeen mukaan myös haja-asutusalueille. Kuitenkin niin, että haja-asutusalueiden viemäriverkostoa laajennetaan vesiosuuskuntien voimin. (Hannuksela & Ryynänen 2016.)



Kuva 6. Väestön jakautuminen sekä vesihuoltoverkoston laajuus Hormajärven valuma-alueella.



Kuva 7. Vakituisten asuinrakennusten jakautuminen sekä vesihuoltoverkoston laajuus Hormajärven valuma-alueella.



Kuva 8. Vapaa-ajan asuinrakennusten jakautuminen sekä vesihuoltoverkoston laajuus Hormajärven valuma-alueella.

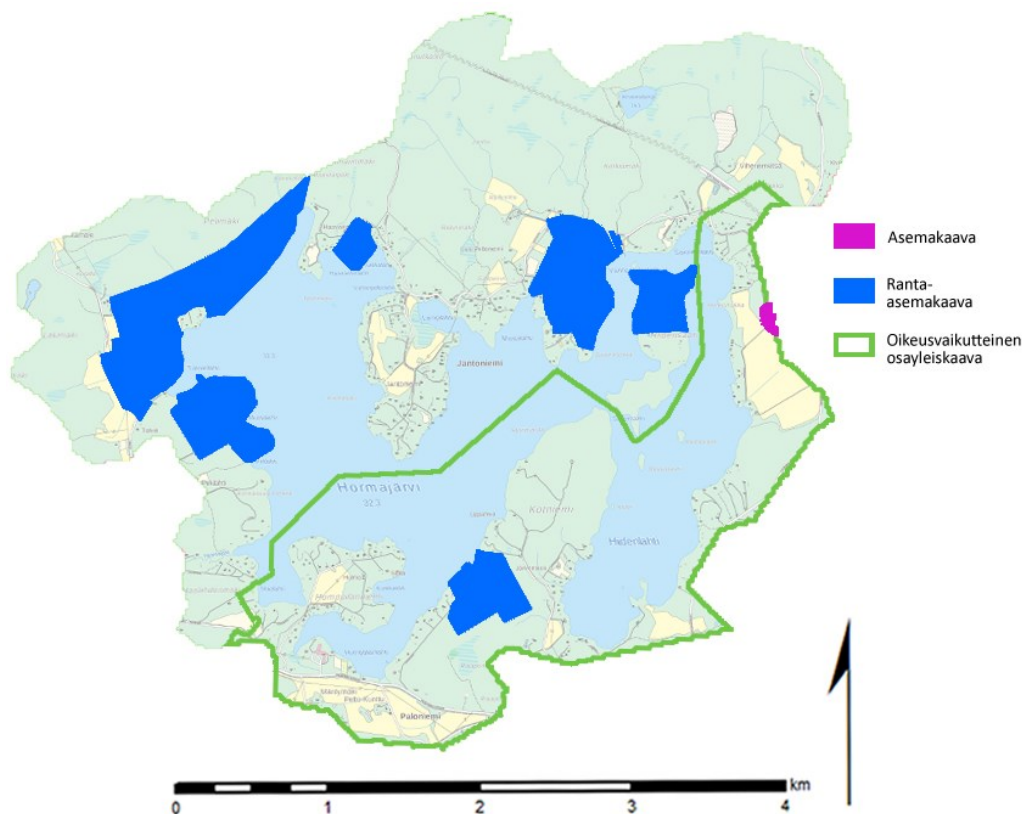
Vuonna 2004 vain yksi kiinteistö valuma-alueella on ollut kunnallisessa jätevedenkäsittelyn piirissä, ja vuosina 2009–2011 Humppilanniemen, Hiidenniemen ja Kotniemen alkupäälle (valuma-alueen eteläosat) on valmistunut vesihuoltoverkostat vesiosuuskuntina (Kuvat 6–8). 2012 on alettu rakentamaan Karnainen–Jantoniemi-vesiosuuskunnan verkostoa (valuma-alueen pohjoisosat), jonka piiriin kuuluu noin 150 kiinteistöä. Valuma-alueen viemäriverkoston jätevedet puhdistetaan Hormajärven valuma-alueen ulkopuolella. Nämä vesiosuuskunnat kattavat noin 80 % valuma-alueen kiinteistöistä. Jos Kotniemen–Järventaustan alueelle rakennetaan osuuskunnan viemäriverkosto, valuma-alueen kiinteistöistä noin 85 % olisi verkoston piirissä, mikä on Hormajärvi-yhdistys ry:n tavoite. Tämä on realistinen osuus, koska loppuja 15 % kiinteistöistä ei kannata liittää viemäriverkoston teknillis-taloudellisista syistä. Tavoitteena on liittää myös rantasaunat viemäriverkkoon. (Heiskanen et al. 2011.)

3.1.3 Suunnittelutilanne

Kuvassa 9 on kaavatilanne Hormajärven valuma-alueella. Valuma-alueen voimassa olevat kaavat ovat pääosin ranta-asemakaavoja ja taajamaosayleiskaava. Lisäksi pieni osa asemakaavaa on valuma-alueen itäosassa. Myös maakuntakaava ohjaa maankäytön suunnittelua valuma-alueella. Valuma-alueen eteläisen osan Paloniemessä on vireillä osayleiskaava ja asemakaava. Asemakaavasta vain sen pohjoinen osa on Hormajärven valuma-alueella. (Lohjan kaupunki 2017.)

Hormajärven valuma-alueella on yhteensä seitsemän ranta-asemakaavaa. Ranta-asemakaavoista kolme on 70-luvulta, kaksi 80-luvulta, yksi 90-luvulta ja yksi vuodelta 2000. Ranta-

asemakaavoissa alue on pääasiassa osoitettu loma-asumisen alueeksi, mutta alueelle on osoitettu myös muutama asuinpientalojen korttelialue. Eniten ranta-asemakaavoissa on osoitettu kuitenkin maa- ja metsätalouden alueita. Kaikissa alueella olevissa ranta-asemakaavoissa vesikäymälät on kielletty, ja talous- ja pesuvedet on imeytettävä pääosin saostuskaivojen kautta maaperään. Ranta-asemakaavamääräyksen mukaan käymälöiden ja talousjätevesien käsittelyn vähimmäisetäisyydet rantaviivasta ovat pääasiassa 20–30 m välillä. Alueen itä- ja eteläosissa on voimassa taajamaosayleiskaava (Kuva 9), joka on saanut lainvoiman vuonna 2016. Taajamaosayleiskaavassa Hormajärven valuma-alueelle osoitetaan pääasiassa erilaisia erillispientalojen asuntoalueita sekä maa- ja metsätalousalueita. (Lohjan kaupunki 2017.)



Kuva 9. Voimassa olevat kuntatason kaavat Hormajärven valuma-alueella (muokattu, Lohjan kaupunki 2017).

3.1.4 Hormajärveen laskevat ojat

Pääasiassa ojien kautta Hormajärveen tulevaa ravinnekuormaa pyritään vähentämään kohdistamalla kunnostustoimenpiteitä kuormitukseltaan suurimpiin ojiin, jotka kulkevat maatalousalueiden läpi. Näiden ojien kautta kulkeutuu ravinteita ja kiintoainesta maatalouden lisäksi myös asutuksesta ja metsistä. Purojen kunnostaminen on kuitenkin vielä ajankohtaista, ja uusia kunnostustoimenpiteitä puroihin suunnitellaan. Kuvaan 10 punaisella numerolla merkityissä ojissa on havaittu olevan suurimmat virtaamat, ja alleviivattuja oja on kunnostettu. Pöyryn ojan ja Mustalahden kosteikoilla (nro. 38) sekä Grönskogin purolla (nro. 41) on suurimmat valuma-alueet, ja Grönskogin puroon (nro. 41) on rakennettu hidasteita. Lisäksi Paloniemen (nro. 14), Peltokuntun (nro. 15) ja Talvian (nro. 28) osavaluma-alueiden ojissa on mitattu suurimmat ravinnekuormitukset, ja niihin on rakennettu hidasteita. (Heiskanen 2017.) Myös Hiidenkartanon ojaan (nro. 5) on rakennettu hidasteita, sen peltoisen valuma-alueen vuoksi. Lisäksi vuosien 2012–2016 hoitosuunnitelmassa Koivulan pääojalle (nro. 2), Vanhankylänlahdelle (nro. 40), Sarvilan ojalle (nro. 39) ja Opiston pohjukalle (nro.

17) on suunniteltu kunnostusta (Heiskanen et al. 2011). Lisäksi kunnostustoimenpiteitä on kartoitettu muun muassa Grönskogin purolle (nro. 41), Pöyryn ojalle (nro. 38), Peltokuntun ojalle (nro. 15), Paloniemen ojalle (nro. 14) ja Talvian ojalle (nro. 28) (Niemelä 2017). Yhdistys tarjoaa maanomistajille tietoa ja kannustusta maa- ja metsätalousalueiden suojavyöhykkeiden rakentamiselle. Myös kiinteistöjä ohjeistetaan toimimaan vähemmän kuormittavalla tavalla, etenkin ranta-alueilla. (Heiskanen et al. 2011.)



Kuva 10. Hormajärveen laskevat 43 oja. Punaisella numerolla merkityissä ojissa on havaittu olevan suurimmat virtaamat, ja alleviivattuja puroja on kunnostettu. (muokattu, Heiskanen et al. 2011.)

3.2 Aiemmat kuormituselvitykset Hormajärven valuma-alueelta

Hormajärven valuma-alueelle on tehty vuosina 1990 ja 2003 hajakuormituselvitykset. Selvityksissä Hormajärven valuma-alueella sijaitseville kiinteistöille on tehty muun muassa kyselyjä ja haastatteluja, jossa on selvitetty kiinteistöjen käyttöä, vedenhankintaa, jätevesien käsittelytapoja ja käymälätyyppejä. (Valjus 2003.) Heiskanen et al. (2011) mukaan rakentamisen johdosta peltoala Hormajärven valuma-alueella on pienentynyt vuoden 2005 150 hehtaaria 120 hehtaariin. Lisäksi Hormajärven kuormituksen on arvioitu pienentyneen vuoden 2003 jälkeen olettaen, että viljelyyn käytetty peltoala on pienentynyt ja maatalouden vesien suojelutoimet kohdennetaan tehokkaasti. Lisäksi mahdollisimman moni kiinteistö liittyy viemäriverkostoon ja loput hoitavat jätevetensä jätevesiasetuksen mukaisesti. Kuitenkin luonnonhuuhtouman määrän on oletettu kasvavan tulevaisuudessa ilmastonmuutoksen ja sadannan lisääntymisen takia. Hajakuormitusarviota Hormajärvelle ei ole tehty vuoden 2003 jälkeen.

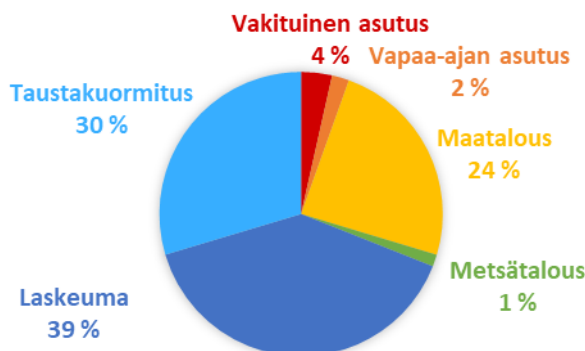
Valjuksen (2003) mukaan vuoden 1990 hajakuormituselvityksessä Hormajärven vedenlaatu oli asukkaiden mielestä huonontunut (leväkukinnat, vesikasvien määrän kasvu). Myös

särkikannan ja roskakalojen määrän arvioitiin kasvaneen 1980-luvun puolenvälin jälkeen. Vuonna 1990 Hormajärven vuotuiseksi fosforikuormaksi arvioitiin 370–520 kg, josta pellot aiheuttivat noin 50 % (peltojen osuus valuma-alueesta noin 10 %) ja haja-asutus noin 20 %. Fosforikuorman arvioitiin ylittävän Hormajärven sallitun rajan, ja järven sisäisen rehevöitymisen arvioitiin kiihtyneen. Typpikuormaksi arvioitiin 9500–11570 kg vuodessa, josta laskeuman osuus oli noin 50 %. (Valjus 2003.)

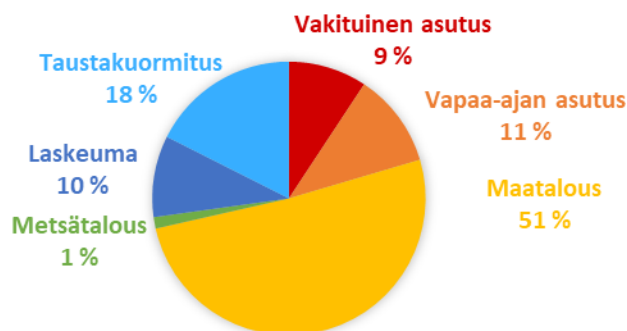
Vuonna 1990 Hormajärven valuma-alueella oli noin 48 vakituista asukasta, 592 loma-asukasta ja noin 100 opistojen ja edustuskiinteistöjen asukasta (Valjus 2003). Suuri osa asunnoista sijaitsi alle 31 m etäisyydellä rannasta, saunojen sijaitessa pääosin rannan tuntumassa. Loma-asunnoissa kuivakäymälät olivat yleisin käymälätyyppi, ja muissa kiinteistöissä vesikäymälät olivat yleisiä. Pesu- ja käymälävesien käsittelytavat olivat pääasiassa umpikaivoihin johtaminen, saostuskaivojen kautta maahan johtaminen ja suoraan maahan imeyttäminen. Lisäksi ympärivuotisessa käytössä olevilla kiinteistöillä oli pienpuhdistamoja, ja loma-asuntojen saunojen pesuvedet johdettiin suoraan maahan tai saostuskaivojen kautta maahan. (Valjus 2003.)

Vuoden 2003 hajakuormitusselvityksessä (Valjus 2003) arvioitiin asutuksen kuormitusta valtakunnallisten ominaiskuormituslukujen keskiarvon perusteella (kg/as/a), jotka ottavat huomioon muun muassa varustelutason, käsittelymenetelmät ja etäisyyden vesistöön. Hormajärven valuma-alueella ei ollut pistemäisiä kuormittajia. Vuonna 2003 Hormajärveen tulevan kokonaiskuormituksen määräksi arvioitiin 9708 N kg/a ja 592 P kg/a. Typpikuormasta 39 % tuli laskeumasta, 30 % taustakuormituksesta ja 24 % maataloudesta (Kuva 11). Fosforikuormituksesta 51 % tuli maataloudesta 18 % taustakuormituksesta ja 11 % vapaa-ajan asutuksesta (Kuva 12). Selvityksessä arvioitiin Hormajärven kuormituksen sietotasoa, jossa sallitaksi kuormaksi arvioitiin 254 P kg/a ja vaaralliseksi kuormaksi 822 P kg/a, jolloin vuonna 2003 sallitun kuorman määrä ylittyi. (Valjus 2003.)

Vuonna 2003 Hormajärven valuma-alueella oli 161 vakituista asukasta, ja vain kahdella kiinteistöllä oli kunnallinen viemärointi. Vapaa-ajan asukkaita oli 678. Vakituudesta asutuksesta 28 kiinteistöllä pesu ja vesikäymälän (umpisäiliö) vedet käsiteltiin erikseen, ja 37 kiinteistöllä kaikki vedet käsiteltiin samassa järjestelmässä. Vapaa-ajan asunnoista 53 kiinteistöllä on vesikäymälä ja 198 kiinteistöllä jokin muu käymälätyyppi. (Valjus 2003.)



Kuva 11. Kuormituslähteiden osuudet Hormajärven valuma-alueen kokonaistypikuormituksesta vuonna 2003 (muokattu kohteesta Valjus 2003).

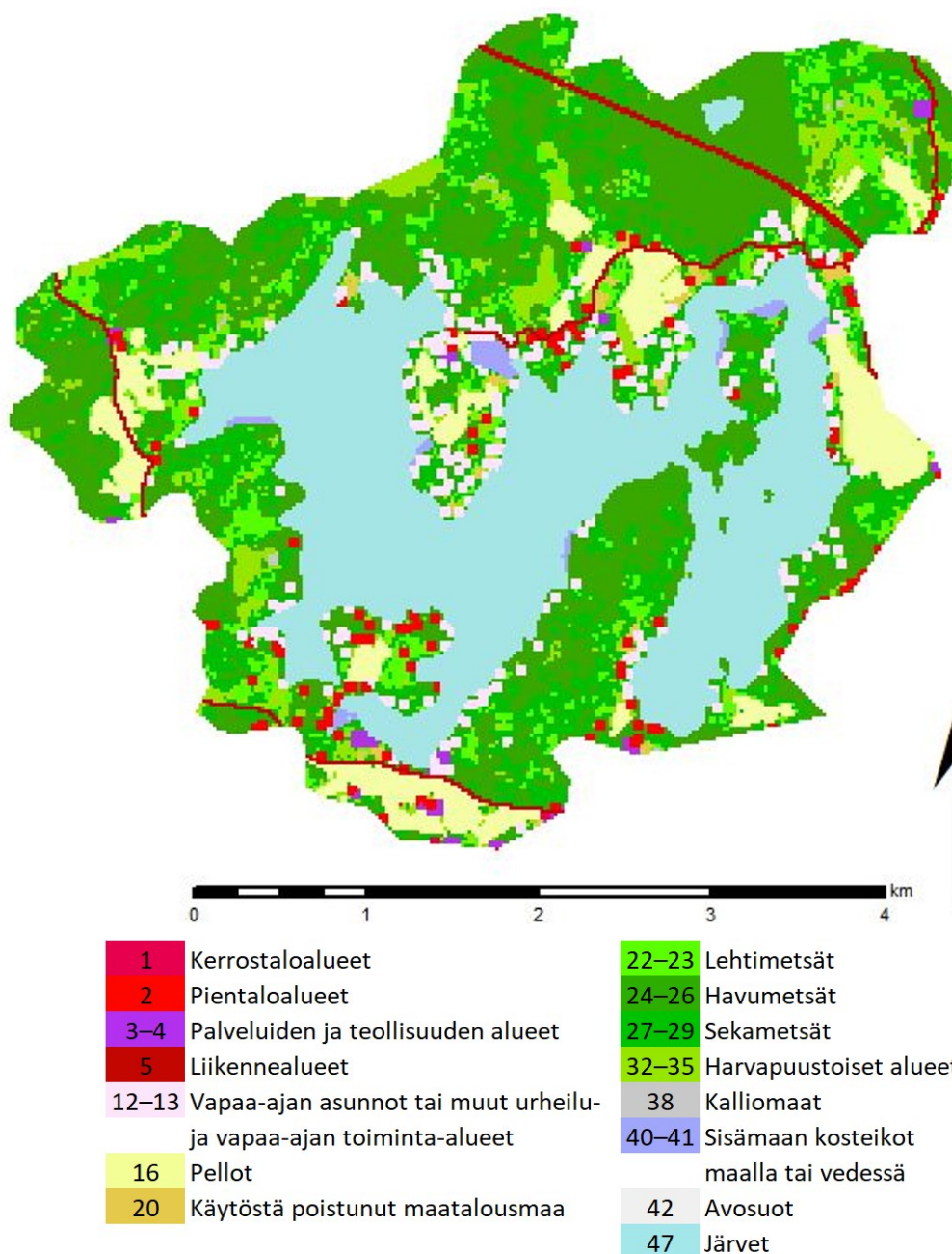


Kuva 12. Kuormituslähteiden osuudet Hormajärven valuma-alueen kokonaisfosforikuormituksesta vuonna 2003 (muokattu kohteesta Valjus 2003).

3.3 Lähtötiedot

3.3.1 Maanpeiteaineisto

Kuormituksen arvioinnissa tarvittiin lähtötieto maanpeitteen laadusta ja maanpeitetyyppien jakautumisesta Hormajärven valuma-alueella. CORINE Land Cover 2012 (CLC2012) -paikkatietoaineistossa esitetään maankäyttö ja maanpeite koko Suomen alueelta (SYKE 2016b). CLC2012 -paikkatietoaineistoa Suomesta on tuotettu SYKE:ssä (Suomen ympäristökeskus) vuosina 2000, 2006 ja 2012, ja ne ovat osa koko Euroopan kattavaa aineistoa. CLC2012 -hankkeen rasterimuotoisen aineiston Corine maanpeitteen pikselikoko on 20 m, ja vektorimuotoisessa paikkatietokannassa pienin erottuva alue on 25 ha ja vähintään 100 m leveä. Aineistot on luotu olemassa olevien paikkatietoaineistojen ja satelliittikuvatulkinnan perusteella. Aineistossa maanpeitteellä on viisi pääluokkaa (rakennetut alueet, maatalousalueet, vesialueet, metsät avoimet kankaat ja kalliomaat sekä kosteikot ja avoimet suot), jotka jakautuvat alaluokkiin kolmitasoisessa hierarkkisessa luokittelussa (yhteensä 44 alaluokkaa). Rasteriaineiston joissakin luokissa on lisäksi kansallisia luokkia sisältävä neljäs taso. (SYKE 2016b.) Aineistot on saatavissa SYKE:n latauspalvelu LAPIO:n kautta, ja aineisto on ETRS-TM35FIN koordinaatistossa (SYKE 2016a). Tässä työssä maanpeiteluokkien pinta-aloja arviointiin käytettiin CLC2012 -hankkeen rasterimuotoista paikkatietoaineistoa. Kuvassa 13 on CLC2012 -hankkeen rasterimuotoinen maanpeiteaineisto Hormajärven valuma-alueelta sekä aineistossa käytetty maanpeitetyyppien alaluokkien numerointi.



Kuva 13. CLC2012 -hankkeen rasterimuotoinen maanpeiteaineisto Hormajärven valuma-alueelta, ja aineistossa käytetty maanpeitetyyppien alaluokkien numerointi (Corine maanpeite 2012 / Lähde: SYKE (osittain Metla, MAVI, LIVI, VRK, MML Maastotietokanta 05/2012)).

3.3.2 Muut paikkatietoaineistot

Kuormituksen arviointiin tarvittiin tietoa vakituisesta ja vapaa-ajan asumisesta Hormajärven valuma-alueella. Lohjan kaupungilta saatiin paikkatietoaineistot, joita käytettiin kuormituksen arvioimisen lisäksi skenaarioiden luomisessa. Näitä aineistoja olivat paikkatieto väestöstä (vuodelta 2014), rakennuksista (vuodelta 2017), kiinteistöistä (vuodelta 2017) sekä vesihuoltolaitoksen ja vesiosuuskuntien viemäriverkostosta (vuodelta 2017). Lisäksi Lohjan kaupungin aineistoja eri tasoista kaavoista käytettiin kaavatilanteen selvittämiseen.

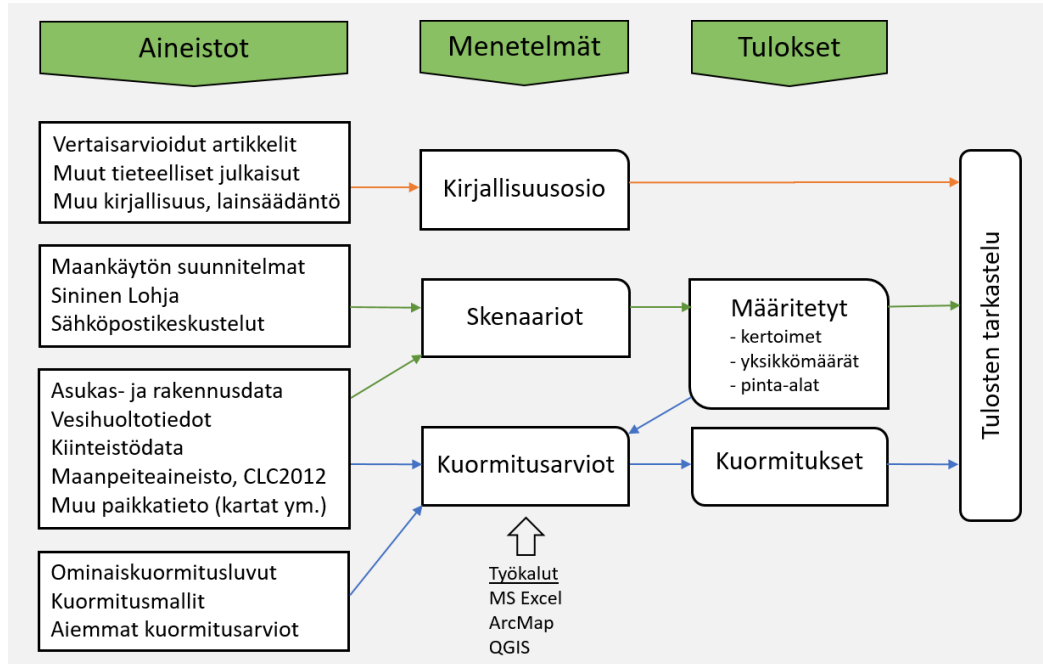
SYKEN avoimesta paikkatietoaineistosta käytettiin valuma-aluejakoaineistoa sekä järvirekisterin aineistoa, Hormajärven valuma-alueen ja keskivedenkorkeuden mukaisen rantaviivan selvittämiseen. Maanmittauslaitoksen (MML) avoimesta datasta käytettiin taustakarttasarjaa sekä Maastotietokannan korkeuskäyriä (04/2017) peltojen kaltevuuksien määrittämiseen. Lisäksi MML Korkeusmalli 2 m (10/2017) käytettiin osavaluma-alueiden määrittämiseen.

3.3.3 Muut aineistot

Kirjallisuusosion lähteinä käytettiin vertaisarvioituja artikkeleita, muita tieteellisiä julkaisuja sekä muuta kirjallisuutta ja lainsäädäntöä. Kirjallisuudesta saatiin myös ominaiskuormitusluvut kuormituksen laskentaan. Lisäksi lähteinä käytettiin sähköpostihaastatteluja, joiden avulla selvitettiin esimerkiksi valuma-alueen nykyistä tilaa.

4 Menetelmät

Kuvassa 14 on esitetty työn rakenne ja menetelmissä käytetyt aineistot. Kuvasta nähdään myös työssä käytetyt työkalut sekä niiden avulla tuotetut tulokset. Maankäyttöön liittyvät analyysit ja selvitykset tehtiin MS Excel ja ArcMap -ohjelmistojen avulla. Näitä ohjelmistoja käytettiin myös ravinnekuormituksen laskemiseen sekä tulosten tarkasteluun ja visualisointiin. Lisäksi tulosten visualisointiin ja siihen sisältyvään osavaluma-aluejakoon käytettiin QGIS -ohjelmistoa.



Kuva 14. Työn rakennekaavio.

4.1 Kuormituksen laskennan periaatteet

Ominaiskuormituslukujen ja eri kuormituslähteiden pinta-alojen tai lukumäärien avulla voidaan arvioida valuma-alueen vuotuista vesistökuormitusta. Kuormituslähteiden pinta-aloja ja lukumääriä voidaan muuttaa, jolloin eri kuormituslähteiden ravinnekuormitukset saadaan laskettua eri skenaarioissa. Aikajänteenä laskuissa käytetään yhtä vuotta, jolloin esimerkiksi vuodenajoista riippuvan sadannan ja lämpötilan ja sitä kautta kuormituksen vaihtelua ei voida havaita tuloksista. Vuonna j aineen k aiheuttama kokonaiskuormitus lasketaan summaamalla yksittäisten kuormituslähteiden aiheuttamat vuosittaiset kuormitukset, mikä voidaan esittää yhtälön 1 mukaisesti. (Finér et al. 2010, Launiainen et al. 2014.)

$$L_{kj} = B_{kj} + D_{kj} + \sum_{i=1}^{N_M} M_{ikj} + \sum_{i=1}^{N_F} F_{ikj} + \sum_{i=1}^{N_S} S_{ikj} + \sum_{i=1}^{N_Y} Y_{ikj} \quad (1)$$

missä

- L_{kj} on kokonaiskuormitus [kg a^{-1}]
- B_{kj} on vuotuinen taustakuorma [kg a^{-1}]
- D_{kj} on vuotuinen laskeuma [kg a^{-1}]
- M_{ikj} on vuotuinen peltoviljelyn kuormitus [kg a^{-1}]
- F_{ikj} on vuotuinen metsätalouden kuormitus [kg a^{-1}]
- S_{ikj} on muu maankäytöstä johtuva vuosittainen kuormitus [kg a^{-1}]
- Y_{ikj} on muista kuormituslähteistä tuleva vuosittainen kuormitus [kg a^{-1}]

Yhtälössä 1 muu maankäytöstä johtuva kuormitus on pinta-alaan sidonnaista kuormitusta, kuten esimerkiksi liikennealueilta, teollisuus- ja varastoalueilta tai palveluiden alueilta tulevaa kuormitusta. Muihin kuormituslähteistä tulevaan kuormitukseen lasketaan mukaan lukumäärään sidonnainen kuormitus, kuten esimerkiksi haja-asutuksen ja vapaa-ajan asutuksen kuormitus sekä muu pistekuormitus. Useat tekijät i voivat aiheuttaa kuormitusta kuormituslähteiden sisällä. Näitä lähteitä kuvataan termeillä $\sum_{i=1}^{N_x}$, ja N_M , N_F , N_S ja N_Y kuvaavat kuormitusta aiheuttavan toiminnan tai toimenpiteiden lukumääriä. (Finér et al. 2010, Launiainen et al. 2014.) Yksittäisen kuormituslähteen aiheuttama vuotuinen vesistökuormitus (kg a^{-1}) saadaan kertomalla ominaiskuormitusluku sitä vastaavan kuormituslähteen pinta-alalla tai kuormituslähteiden lukumäärällä (Yhtälöt 2–5) seuraavasti:

$$M_{ikj} = m_{ik} A_{ij} \quad (2)$$

$$F_{ikj} = f_{ik} A_{ij} \quad (3)$$

$$S_{ikj} = s_{ik} A_{ij} \quad (4)$$

$$Y_{ikj} = y_{ik} T_{ij} \quad (5)$$

missä m_{ik} on peltoviljelyn ominaiskuormitusluku [$\text{kg ha}^{-1} \text{a}^{-1}$]
 A_{ij} on kuormituslukuja vastaavat pinta-aloja [ha]
 f_{ik} on metsätalouden ominaiskuormitusluku [$\text{kg ha}^{-1} \text{a}^{-1}$]
 s_{ik} on muu maankäytöstä johtuvan kuormituksen ominaiskuormitusluku [$\text{kg ha}^{-1} \text{a}^{-1}$]
 y_{ik} on muiden kuormituslähteiden ominaiskuormitusluku (kuormitus asukasta kohden vuodessa) [$\text{kg as}^{-1} \text{a}^{-1}$]
 T_{ij} on kuormitusyksikköjen (asukkaiden) lukumäärää [as]

Taustakuorma ja laskeuma lasketaan samalla periaatteella yhtälöiden 6 ja 7 mukaisesti:

$$B_{kj} = b_k A_{maa} \quad (6)$$

$$D_{kj} = d_k A_{vesi} \quad (7)$$

missä b_k on taustakuormitusluku [$\text{kg ha}^{-1} \text{a}^{-1}$]
 A_{maa} on valuma-alueen maapinta-ala [ha]
 d_k on laskeuman ominaiskuormitusluku [$\text{kg ha}^{-1} \text{a}^{-1}$]
 A_{vesi} on vesialueen pinta-ala [ha]

Näissä yhtälöissä oletetaan, että ominaiskuormitusluvut eivät riipu ajasta tai paikasta, jolloin samat ominaiskuormitusluvut pätevät jokaiselle vuodelle. Tällöin esimerkiksi metsätaloustoimenpiteiden aiheuttamat kuormituksen vaihtelut jäävät huomioimatta. (Finér et al. 2010, Launiainen et al. 2014.)

4.2 Valitut ominaiskuormitusluvut

Launiainen et al. (2014) on koonnut KUSTAA -työkalussa ominaiskuormituslukuja, joiden avulla voidaan laskea valuma-alueen kokonaiskuormitus vähintään vuoden ajanjaksolle. KUSTAA -työkalun ominaiskuormitusluvut perustuvat pääosin kokeellisiin tutkimuksiin, ja

niihin ei sisälly taustakuormitusta. Myös Tattari et al. (2015) on koonnut Suomea edustavia ominaiskuormituslukuja, jossa vuosittain vaihtelevat ominaiskuormitusluvut ovat keskiarvoja useiden vuosien ajalta, ja piste- ja hajakuormituksen (hydrologiasta riippumattomat kuormituslähteet) ominaiskuormitusluvut kuvaavat nykytilannetta. Taulukossa 1 on esitetty tässä työssä käytetyt ominaiskuormitusluvut. Hormajärven valuma-alueella taustakuorman laskemiseen käytettiin Etelä-Suomen taustakuormituslukuja, jossa turvemaan osuus valuma-alueen maapinta-alasta on alle 30 %. (Finér et al. 2010.) Taustakuormitusta laskettiin erikseen muilta kuin maa- ja metsätalousalueilta, joiden taustakuormitus sisältyi niiden kuormitukseen. Taulukossa 1 esitetyt ominaiskuormitusluvut eivät sisällä taustakuormitusta, pois lukien maatalouden ominaiskuormitusluvut. Metsätalouden ominaiskuormituslukuina käytettiin VEPS -järjestelmässä esitettyjä, Karjaanjoen vesistöalueelle vuonna 2002 määritettyjä, metsätalouden ominaiskuormituslukuja, joita Valjus (2003) käytti aiemmin Hormajärven valuma-alueella. Maatalouden kuormitus laskettiin peltojen kaltevuuden perusteella, jossa eri kaltevuusluokille käytettiin ominaiskuormituskertoimia, jotka kuvaavat keskimääräistä kuormitusta tietyiltä kaltevuuksilta. Haja-asutuksen vakituisen ja vapaa-ajan asutuksen sekä liikenne-, teollisuus-, varasto- ja palveluiden alueiden ominaiskuormituslukuina käytettiin Launiaisen et al. (2014) kokoamia ominaiskuormituslukuja sekä jätevesiasetuksen (157/2017) asettamaa puhdistuksen minimitasoa. Jätevesiasetuksen minimitasoa tarkasteltaessa huomioitiin, että aiemmin jätevesiasetuksen (209/2011) mukainen minimipuhdistustaso on ollut alhaisempi, 30 % tyyppistä ja 70 % fosforista, verrattuna nykyiseen 40 ja 85 %:iin. Ominaiskuormituslukuja puhdistetulle jätevedelle ei käytetty kuormitusarviossa, sillä verkostoon liittyneiden jätevedet puhdistetaan ja puretaan muualla, jolloin niiden vaikutukset eivät tule Hormajärven valuma-alueelle.

Taulukko 1. Kuormitusarviossa käytetyt ominaiskuormitusluvut.

Kuormittaja	Typpi (kg/ha/a)	Fosfori (kg/ha/a)
Taustakuormitus	1,52 ^{1) 2)}	0,052 ^{1) 2)}
Laskeuma	3 ^{1) 3)}	0,1 ^{1) 3)}
Metsätalous	0,1329 ⁴⁾	0,0081 ⁴⁾
Maatalous		
Peltojen kaltevuus		
<0,5 %	19,7 ⁵⁾	0,42 ⁵⁾
0,5–1,5 %	17,9 ⁵⁾	0,51 ⁵⁾
1,5–3,0 %	17,6 ⁵⁾	0,74 ⁵⁾
3,0–6,0 %	16,7 ⁵⁾	1,61 ⁵⁾
>6 %	16,7 ⁵⁾	2,79 ⁵⁾
Hulevedet		
Teollisuus-, varasto- ja palveluiden alueet	2,9 ^{1) 6)}	0,86 ^{1) 6)}
Liikennealueet	3 ^{1) 6)}	0,41 ^{1) 6)}
Kuormittaja	Typpi (kg/as/a)	Fosfori (kg/as/a)
Haja-asutuksen jätevedet		
Puhdistettu, minimitaso	3,07 ⁷⁾	0,12 ⁷⁾
Vapaa-ajan asutus (rannalla)	0,4 ¹⁾	0,07 ¹⁾

- Lähteet:
- ¹⁾ Launiainen et al. (2014)
 - ²⁾ Finér et al. (2010)
 - ³⁾ Vuorenmaa et al. (2001)
 - ⁴⁾ Valjus (2003)
 - ⁵⁾ Puustinen et al. (2010)
 - ⁶⁾ Peltola-Thies (2005)
 - ⁷⁾ Jätevesiasetus (157/2017)

4.3 Vakituisen ja vapaa-ajan asukkaiden määrittäminen

Vakituisten asukkaiden lukumäärä ja sijainti saatiin Lohjan kaupungin paikkatietojärjestelmästä. Lisäksi väestödatan avulla saatiin selville asutokuntien lukumäärät ja koot, joiden avulla laskettiin Hormajärven valuma-alueen asutokunnan keskimääräiseksi kooksi noin 2,4 asukasta. Myös rakennusaineisto, joka sisälsi paikkatiedon vakituista ja vapaa-ajan asunnoista, saatiin Lohjan kaupungilta. Väestön ja asuinrakennusten lukumäärät saatiin rajaamalla ne valuma-alueelta. Rakennusdata sisälsi tiedon muun muassa rakennuksen käyttötarkoituksesta, jonka avulla voitiin erotella vakituksessa ja loma-asumisen käytössä olevat ja muussa käytössä olevat rakennukset toisistaan. Hormajärven valuma-alueelle tehdyn kyselyn mukaan on arvioitu, että vapaa-ajan asunnoilla oleskelee keskimäärin noin 2,7 henkilöä (Valjus 2003), jonka mukaan voitiin laskea arvio vapaa-ajan asunoilla oleilevien ihmisten määrästä.

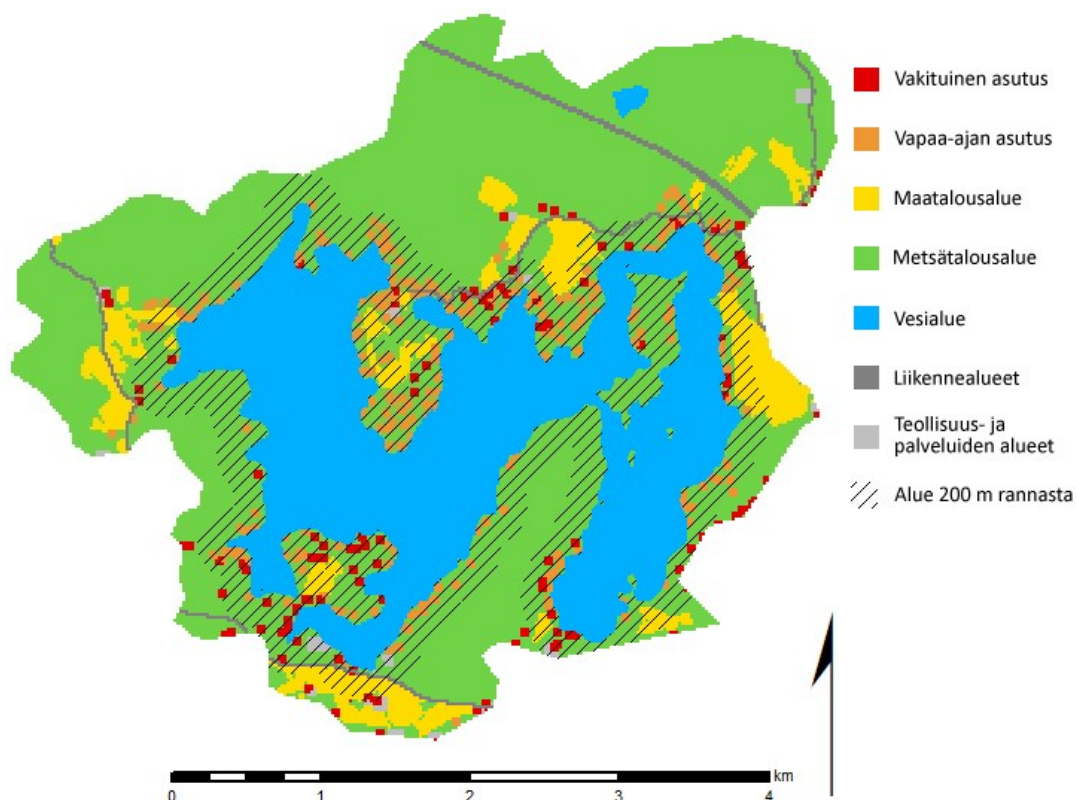
4.4 Liittymisasteet

Viemäriverkostoon liittyneiden vakituisen ja vapaa-ajan asumisen kiinteistöjen ja asukkaiden määrää arvioitiin Lohjan kaupungin johtokartan, kiinteistöjaon sekä rakennus- ja väestöaineiston perusteella. Johtokartasta selvisi esimerkiksi liittymiskohdat ja verkoston laajuus sekä kunnallisen vesihuollon ja vesiosuuskuntien verkoston jakautuminen valuma-alueella. Vesiosuuskuntien, jotka kattavat suurimman osan valuma-alueen vesihuoltoverkosta, verkostoihin liittyneiden kiinteistöjen määrästä ei kuitenkaan ollut varmaa tietoa. Jotta näistä tiedoista voitiin arvioida liittyneiden kiinteistöjen lukumäärä, oletettiin että kiinteistöt, joilla oli liittymiskohta verkostoon tai jotka rajautuivat putkilinjaan, olivat liittyneet verkostoon.

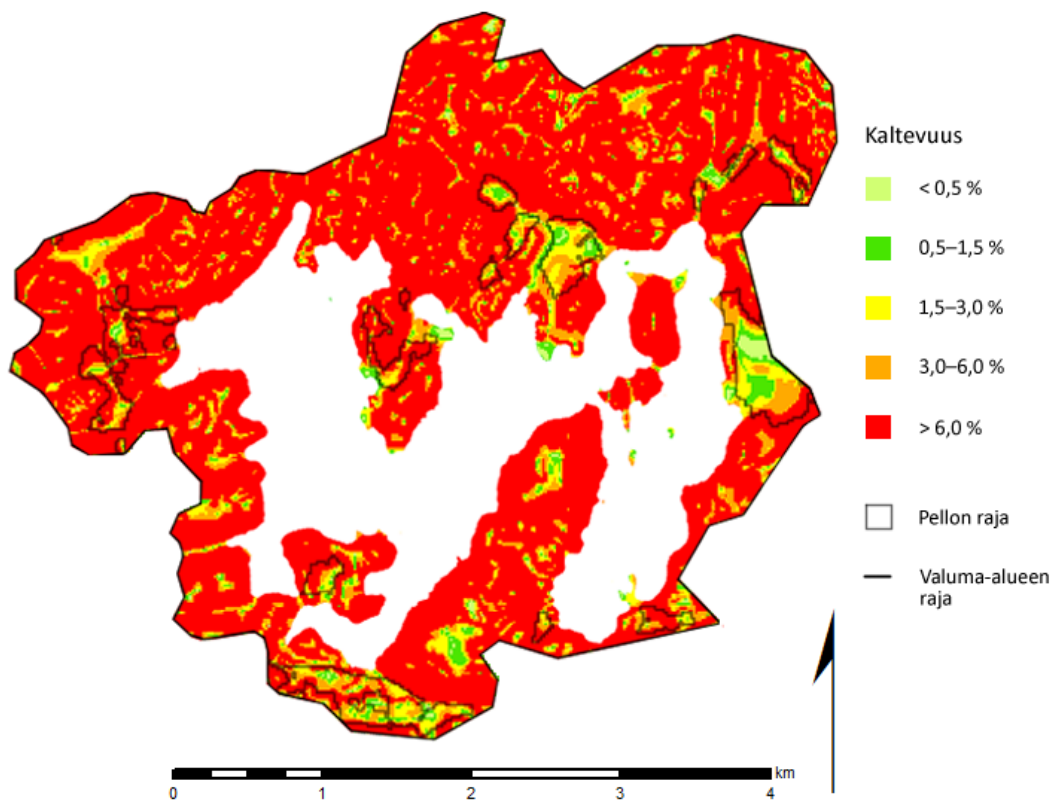
4.5 Maankäytön osuuksien määrittäminen

Tässä työssä määritettiin maankäytön alueita yhdistelemällä CLC2012 -hankkeen rasteriaineiston maanpeiteluokkien alaluokkia (Kuva 15). Näin saatiin määritettyä eri maankäyttötyypit tarkemmin kuin CLC2012 -hankkeen vektoriaineistossa. Maatalouden, metsätalouden, laskeuman, taustakuormituksen sekä liikenne-, teollisuus- ja palvelualueiden kokonaispinta-alojen määrittämiseen käytettiin CLC2012 -aineistoa. Valuma-alueen maankäyttömuotojen pinta-alat saatiin laskettua rasteripikselien lukumäärien perusteella, pikselikoon ollessa 20 m. CLC2012 -aineistosta saatiin myös vakituisen ja vapaa-ajan asutuksen alueiden pinta-alat vertailua varten. Kuvassa 15 on esitetty rasterilla myös alue, jonka etäisyys keskivedenkorkeuden mukaisesta rantaviivasta oli enintään 200 m. Tälle alueelle määritettiin erikseen CLC2012 -aineistosta maankäyttömuotojen pinta-alat, mikä mahdollisti ranta-alueen kuormituksen tarkastelua.

Peltojen kuormituksen laskentaan käytettiin ominaiskuormituslukuja, jotka oli jaettu pellon kaltevuuden mukaan. Tässä työssä Maanmittauslaitoksen korkeuskäyristä tehtiin pintamalli, jonka avulla eri kaltevuusluokkien pinta-alat saatiin määritettyä, pikselikoossa 15 m. Tämän jälkeen kaltevuusdata rajattiin peltojen mukaan (Kuva 16). Kaltevuusluokiksi valittiin Puustisen et al. (2010) käyttämät kaltevuudet. Valuma-alueen maatalousalueet olivat peltoja, joista suuri osa sijaitsi valuma-alueen alavissa kohdissa (Kuva 16), mutta silti noin 40 % valuma-alueen peltoalasta oli kaltevuudeltaan yli 6 %, ja vastaava luku 200 m ranta-alueella oli noin 42 %.



Kuva 15. CLC2012 -hankkeen rasterimuotoinen aineiston perusteella määritetty maankäyttö Hormajärven valuma-alueella sekä alue, joka on enintään 200 m etäisyydellä keskivedenkorkeuden mukaisesta rantaviivasta (muokattu, Corine maanpeite 2012 / Lähde: SYKE (osittain Metla, MAVI, LIVI, VRK, MML Maastotietokanta 05/2012)).



Kuva 16. Hormajärven valuma-alueen kaltevuusluokittelu, jossa pellot on rajattu erottumaan muista maankäytön muodoista.

4.6 Skenaariot ja niiden rakentaminen

Skenaarioiden avulla tutkittiin vesistökuormituksen muutoksia erilaisissa maankäytön tilanteissa Hormajärven valuma-alueella. Skenaariot valittiin tässä työssä niin, että ne edustivat tilanteita, joita valuma-alueella voisi periaatteessa tapahtua. Ne muodostettiin kuitenkin niin, että ne edustivat eri tilanteiden ääripäitä, jotta tuloksista saataisiin selkeästi esille kuormituserot eri tilanteiden välillä. Skenaarioiden avulla voitiin tarkastella tekijöitä, joita kohtaan esimerkiksi Lohjan kaupungilla oli intressejä tai jotka asettivat referenssitilanteen, johon muita skenaarioita voitiin verrata. Koska tässä työssä oltiin kiinnostuneita erityisesti rantojen mitoittamisesta, kaikkia skenaarioita tarkasteltiin työssä koko valuma-alueen lisäksi myös 200 m ranta-alueelta. Ranta-alueen leveydeksi valittiin tässä työssä 200 m, koska rantavyöhyke on yleensä enintään 200 m leveä ja toisaalta ranta-alue on yleensä 200 m leveä. 200 m ranta-alueen väestön ja rakennusten lukumäärät sekä liittyminen viemäriverkostoon määritettiin samalla tavalla kuin koko valuma-alueella.

Nykytilanne

Nykytilanne -skenaariossa tarkasteltiin valuma-alueen nykytilanteen (2017) kuormituksen määrää. Kuormitusarviossa käytettiin nykyistä maankäytön jakaumaa sekä nykyisiä väestön ja vapaa-ajan asuntojen määriä sekä liittymisasteita viemäriverkostoon. Skenaariossa oletettiin, että viemäriverkoston ulkopuolella olevat kiinteistöt käsittelivät jätevetensä jätevesiasetuksen (157/2017) minimitason mukaan.

Nykytilanne -skenaariota vasten voitiin verrata muiden skenaarioiden aiheuttamia muutosta vesistökuormituksessa. Vakituisten asukkaiden määrä saatiin suoraan Lohjan paikkatietoaineistoista, ja vapaa-ajan asukkaiden määrä saatiin kertomalla vapaa-ajan asuntojen määrä Hormajärven valuma-alueen keskimääräisen vapaa-ajan asunnoilla oleilevien henkilöiden määrällä (2,7) (Valjus 2003). Laskennassa huomioitiin myös, että osaa vakituisista asunnoista (13 kpl) käytettiin vapaa-ajan asuntoina. Nykytilanteen viemäriverkostoon liittymistä tarkasteltaessa pelkästään vakituisten asuntojen liittymistä verkostoon ei voitu tarkastella, sillä suuressa osassa vakituisista asunnoista käyttötarkoitus oli jokin muu kuin vakituinen asuminen. Tällöin tarkasteltiin kiinteistöjen, joissa oli väestöä, liittymistä vesihuoltoverkkoon. Vapaa-ajan asumisen liittymistä tarkasteltiin vapaa-ajan asuntojen perusteella.

Omakotitalot asuinkäyttöön

Skenaariolla haluttiin selvittää kasvavan väestömäärän vaikutuksia vesistökuormitukseen. Skenaarioon lisätyt vakituiset asukkaat sijoitettiin nykytilanteen ”ei vakituisessa asuinkäytössä” oleviin vakituisiin asuinrakennuksiin. Tässä skenaariossa kuormitus laskettiin nykyisellä maankäytön jakaumalla ja viemäriverkoston laajuudella, mutta vakituisten asukkaiden määrää lisättiin. Nykytilanne -skenaarioon verrattuna vapaa-ajan asukkaiden määrä väheni hieman sekä koko valuma-alueella että 200 m ranta-alueella, koska osaa vakituisista asunnoista käytettiin vapaa-ajan asumiseen.

Valuma-alueella tarkasteltiin Lohjan kaupungin paikkatietodatan (väestö- ja rakennusdata) avulla, minkä periaatteen mukaisesti väestön määrää voitaisiin lisätä. Lohjan kaupungin paikkatietoaineiston perusteella arvioitiin, että Hormajärven valuma-alueella asutokunnan keskimääräinen koko oli noin 2,4 asukasta. Osaa vakituisista asunnoista käytettiin muihin tarkoituksiin kuin vakituiseen asumiseen, joten asukkaita voitiin lisätä näihin asuntoihin asutokuntina, mikä ei kuitenkaan huomioisi asuinrakennuksen kokoa. Lisäksi skenaarioiden väestömäärien laskennassa huomioitiin, että osaa vakituisista asunnoista käytettiin vapaa-ajan asumiseen (13 kpl). Vastaavasti neljää vapaa-ajan asuntoa käytettiin vakituiseen

asumiseen. Väestön liittyminen viemäriverkoston määritettiin vakituisten ja vapaa-ajan asuntojen perusteella. Skenaariossa tarkasteltiin tilannetta, jossa kaikissa vakituksissa ja vapaa-ajan asunnoissa oli asukkaita, jolloin väestön sijainti ei vaikuttanut liittymisasteeseen. Skenaariossa oletettiin, että loput kiinteistöt käsittelivät jätevetensä jätevesiasetuksen (157/2017) minimitason mukaan.

Mökki kodiksi

Käyttötarkoituksen muutos -skenaariossa tarkasteltiin tilannetta, jossa kaikki vapaa-ajan asunnot muutettiin vakituksiksi asunnoiksi. Kuormitusarviossa käytettiin nykyistä maankäytön jakaumaa ja viemäriverkoston laajuutta, mutta vakituisten asukkaiden määrä kasvoi vapaa-ajan asuntojen käyttötarkoituksen muutoksen myötä. Alkuperäisiin vakituisten asuntojen asukasmäärään tai käyttötarkoitukseen ei tullut muutoksia. MRL 129 a §:n mukaan vapaa-ajan asuntojen käyttötarkoituksen muuttamista vakituiseksi asunnoksi helpotetaan. Siksi oli mielekästä tutkia, millaisia vaikutuksia kuormitukseen käyttötarkoituksen muuttumisella olisi. Hormajärven valuma-alue sijaitsee melko lähellä Lohjan keskustaa, ja alueella on jo entuudestaan vakituksia asuntoja, jolloin niiden infrastruktuuria voitaisiin periaatteessa hyödyntää käyttötarkoituksen muutoksia ajatellen. On kuitenkin huomioitava, että käyttötarkoituksen muuttamiseen vaikuttaa myös moni muu asia.

Myös Mökki kodiksi -skenaariossa entisiin vapaa-ajan asuntoihin lisättiin väestömäärää asuntokuntina. Tässä skenaariossa ei tehty muutoksia entisten vakituisten asuntojen asukasmääriin, vaan muutettiin jokainen vapaa-ajan asunto vakituiseen asuinkäyttöön, jolloin oletettiin, että kuhunkin entiseen vapaa-ajan asuntoon muutti noin 2,4 asukkaan kokoinen asuntokunta (Lohjan paikkatietoaineiston mukaan laskettuna). Laskennassa huomioitiin, että osa vakituksista asunnoista oli käytössä vapaa-ajan asuntoina (13 kpl), jolloin skenaarioon jäi vapaa-ajan asukkaita. Vastaavasti neljää vapaa-ajan asuntoa käytettiin jo valmiiksi vakituiseen asumiseen, jolloin näihin asuntoihin ei lisätty asukkaita, vaikka niiden käyttötarkoitus muuttui. Vesihuollon liittymisasteet määritettiin väestön ja vapaa-ajan asuntojen perusteella, samaan tapaan kuin Nykytilanne -skenaariossa, mutta vapaa-ajan asukkaille käytettiin vakituiseen asumisen liityntäastetta, koska skenaarion vapaa-ajan asukkaat olivat vakituksissa asunnoissa. Loput kiinteistöt käsittelivät jätevetensä jätevesiasetuksen (157/2017) minimitason mukaan.

Pelloista tontteja

Skenaariolla tarkasteltiin kuormituksen muutoksia, jos maatalouden peltomaata korvattiin jollain muulla maankäytön muodolla. Pelloista tontteja -skenaariossa maatalouden peltoalaa otettiin asuinkäyttöön. Skenaariossa oli muuten kuin maatalouden osalta nykyinen maankäytön jakauma. Skenaariossa maisemallisesti arvokkaat peltoalueet jätettiin koskemattomiksi, mutta muut pellot muutettiin asuinkäyttöön niin, että puolet entisen pellon maapinta-alasta tuli vakituksia asuntoja omakotitaloina, ja toiselle puoliskolle tuli vapaa-ajan asuntoja. Tällöin valuma-alueella vakituiset ja vapaa-ajan asukkaiden määrät kasvoivat. Skenaariossa oli muuten nykytilannetta vastaavat liittymisasteet, mutta peltoalueille tulevat vakituiset- ja vapaa-ajan asunnot eivät liittyneet viemäriverkoston. Kuitenkin verkostoon liittymättömät kiinteistöt käsittelivät jätevetensä jätevesiasetuksen minimitason mukaan.

Kun Pelloista tontteja -skenaariossa vanhojen peltojen asukasmäärät arvioitiin asukkaan vaatiman kerrosneliömetri ($k\text{-m}^2$) määrän perusteella. Kun Hormajärven valuma-alueen asukas vaatii keskimäärin noin 55 k-m^2 , voitiin aluetehokkuusluvun avulla arvioida lisääntyvä asukkaiden määrä. Peltoalueiden asukasmäärien ja rakennuspaikkojen määrien mitoittamiseen

käytettiin aluetehokkuuslukua 0,04, joka estimoii erillispientalojen aluetta, jossa tonttitehokkuus on noin 0,05 (Helminen et al. 2014). Koska maapinta-ala meni näiden kahden asumismuodon kesken tasan, skenaarion tuloksista voitiin päätellä, kuinka paljon kuormitusta tulisi, jos pelloille sijoitettaisiin pelkästään joko vapaa-ajan tai vakituista asumista. Peltoalueiden vakituiseksi asuinrakennustyyppiksi valittiin omakotitalo, koska Hormajärven valuma-alueen asuinrakennukset olivat pääasiassa yksiasuntoisia.

Pelloista tontteja -skenaariossa uusia vakituisten ja vapaa-ajan asumisen alueita ei liitetty viemäriverkostoon, koska asumismuotojen ominaiskuormitusluvut perustuvat jäteveden aiheuttamaan ravinnekuormitukseen. Jos koko alue olisi vesihuollon piirissä, syntyvä kuormitus poistuisi viemäriä pitkin valuma-alueelta, koska jäteveden puhdistamon purkupiste ei ollut Hormajärven alueella. Tällöin alueelta tulisi laskennassa vain taustakuorma. Skenaarioissa oletettiin, että ne kiinteistöt ja asukkaat, jotka eivät olleet liittyneet viemäriverkostoon, puhdistivat jätevetensä jätevesiasetuksen (157/2017) minimitason mukaisesti. Skenaariossa viemäriverkostoon liittyminen määritettiin samoin kuin Nykytilanne -skenaariossa, koska muuten kuin peltojen osalta skenario oli samanlainen kuin nykytilanne valuma-alueella.

Nolla+

Tässä skenaariossa tarkasteltiin nykyisellä maankäytön jakaumalla ja asukasmäärällä tilannetta, jossa viemäriverkostoa ei ollut. Skenaariossa oletettiin, että kukaan ei ollut liittynyt viemäriverkostoon, mutta kaikki kiinteistöt käsittelivät jätevetensä jätevesiasetuksen (157/2017) minimitason mukaan. Vakituisten asukkaiden määrä saatiin suoraan Lohjan kaupungin paikkatietoaineistosta, ja vapaa-ajan asukkaiden määrä saatiin kertomalla vapaa-ajan asuntojen määrä Hormajärven valuma-alueen keskimääräisen vapaa-ajan asunnoilla oleiluvien henkilöiden määrällä (2,7) (Valjus 2003).

Nolla+ -skenaariota käytettiin referenssinä, jota vasten muiden skenaarioiden kuormitusta verrattiin. Viemäriverkosto on rakennettu Hormajärven valuma-alueelle vasta 2000-luvulla, eli se on rakentunut melko nopeasti (Valjus 2003). Tämä vaikutus kuormitukseen saatiin esille tekemällä skenario ilman viemäriverkostoa ja toinen skenario nykytilanteesta viemäriverkoston kanssa. On kuitenkin huomioitava, että Nolla+ -skenario ei edusta muuten aikaa ennen viemäriverkostoa, koska esimerkiksi peltojen pinta-alat, vakituisten- ja vapaa-ajan asutuksen sekä muiden maankäyttömuotojen määrät ja pinta-alat ovat muuttuneet alueella viemäriverkoston rakentumisen aikana ja sen jälkeen (Heiskanen et al. 2011, Valjus 2003).

5 Tulokset ja niiden tarkastelu

5.1 Skenaariot

Luvussa 4.6 esitettyjen skenaarioiden mukaan laskettiin kullekin skenaariolle maankäyttötyyppien pinta-alat ja osuudet sekä vakituisen ja vapaa-ajan asumisen määrät ja vesihuollon liittymisasteet Hormajärven valuma-alueella (Taulukko 2) ja 200 m ranta-alueella (Taulukko 3). Näiden lukujen perusteella laskettiin luvussa 5.2 esitetyt kuormitusarviot skenaarioille Hormajärven valuma-alueella ja 200 m ranta-alueella.

Taulukko 2. Skenaarioiden maankäytön pinta-alat ja osuudet sekä vakituisen ja vapaa-ajan asumisen asukasmäärät ja liittyminen viemäriverkostoon Hormajärven valuma-alueella.

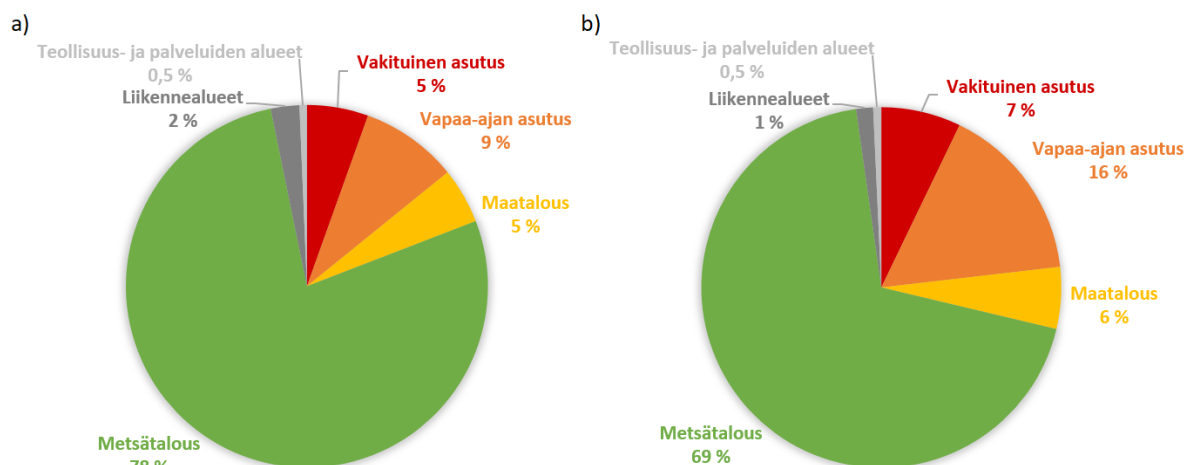
Valuma-alue					
Skenaariot/ Kuormittajat	Nykytilanne	Omakotitalot asuinkäyttöön	Mökki kodiksi	Pelloista tontteja	Nolla+
Vakituiset asukkaat					
Asukkaiden määrä (kpl)	185	285	775	407	185
Liittymisaste (%)	61	64	63	28	0
Muut (%)	39	36	37	72	100
Liittyneiden määrä (kpl)	113	183	490	113	0
Muut (kpl)	72	102	285	294	185
Osuus alasta (%)	3	3	3	5	3
Pinta-ala (ha)	33	33	33	64	33
Vapaa-ajan asukkaat					
Asukkaiden määrä (kpl)	705	670	35	927	705
Liittymisaste (%)	65	65	64	49	0
Muut (%)	35	35	36	51	100
Liittyneiden määrä (kpl)	457	434	23	457	0
Muut (kpl)	248	236	13	471	705
Osuus alasta (%)	6	6	6	9	6
Pinta-ala (ha)	70	70	70	101	70
Maatalous					
Osuus alasta (%)	10	10	10	5	10
Pinta-ala (ha)	119	119	119	57	119
Metsätalous					
Osuus alasta (%)	78	78	78	78	78
Pinta-ala (ha)	898	898	898	898	898
Liikennealueet					
Osuus alasta (%)	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
Pinta-ala (ha)	30	30	30	30	30
Teollisuus ja palvelut					
Osuus alasta (%)	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Pinta-ala (ha)	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6

Taulukko 3. Skenaarioiden maankäytön pinta-alat ja osuudet sekä vakituisten ja vapaa-ajan asumisen asukasmäärät ja liittyminen viemäriverkostoon alle 200 m etäisyydellä rannasta Hormajärvellä.

200 m rannasta					
Skenaariot/ Kuormittajat	Nykytilanne	Omakotitalot asuinkäyttöön	Mökki kodiksi	Pelloista tontteja	Nolla+
Vakituiset asukkaat					
Asukkaiden määrä (kpl)	127	215	700	192	127
Liittymisaste (%)	64	66	65	42	0
Muut (%)	36	34	35	58	100
Liittyneiden määrä (kpl)	81	142	455	81	0
Muut (kpl)	46	73	245	111	127
Osuus alasta (%)	5	5	5	7	5
Pinta-ala (ha)	24	24	24	33	24
Vapaa-ajan asukkaat					
Asukkaiden määrä (kpl)	686	651	35	750	686
Liittymisaste (%)	66	66	66	60	0
Muut (%)	34	34	34	40	100
Liittyneiden määrä (kpl)	451	427	23	451	0
Muut (kpl)	235	223	12	300	686
Osuus alasta (%)	14	14	14	16	14
Pinta-ala (ha)	66	66	66	75	66
Maatalous					
Osuus alasta (%)	9	9	9	6	9
Pinta-ala (ha)	44	44	44	26	44
Metsätalous					
Osuus alasta (%)	69	69	69	69	69
Pinta-ala (ha)	322	322	322	322	322
Liikennealueet					
Osuus alasta (%)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Pinta-ala (ha)	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1
Teollisuus ja palvelut					
Osuus alasta (%)	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Pinta-ala (ha)	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4

5.2 Kuormitus

Kuormitusta arvioitiin työssä ominaiskuormituslukujen avulla. Kuvassa 17 on Hormajärven valuma-alueen ja 200 m ranta-alueen maapeitetyyppien jakaumat, jotka määritettiin CLC2012 -hankkeen rasterimuotoisesta maanpeiteaineistosta. Tätä jakaumaa käytettiin työssä kaikille skenaarioille, pois lukien Pelloista tontteja -skenaario. Kuvasta 17 huomattiin, että valuma-alue ja ranta-alue olivat metsätalousvaltaisista. Ranta-alueella peltojen osuus ja vakituisten asumisen osuus olivat hieman suurempi kuin valuma-alueella. Lisäksi ranta-alueella vapaa-ajan asumisen osuus maapinta-alasta oli suurempi valuma-alueeseen verrattuna.



Kuva 17. Maanpeitetyyppien jakauma Hormajärven a) valuma-alueella ja b) 200 m ranta-alueella vuonna 2012, CLC2012 -hankkeen rasterimuotoinen maanpeiteaineiston mukaan määritettynä (muokattu, Corine maanpeite 2012 / Lähde: SYKE (osittain Metla, MAVI, LIVI, VRK, MML Maastotietokanta 05/2012))

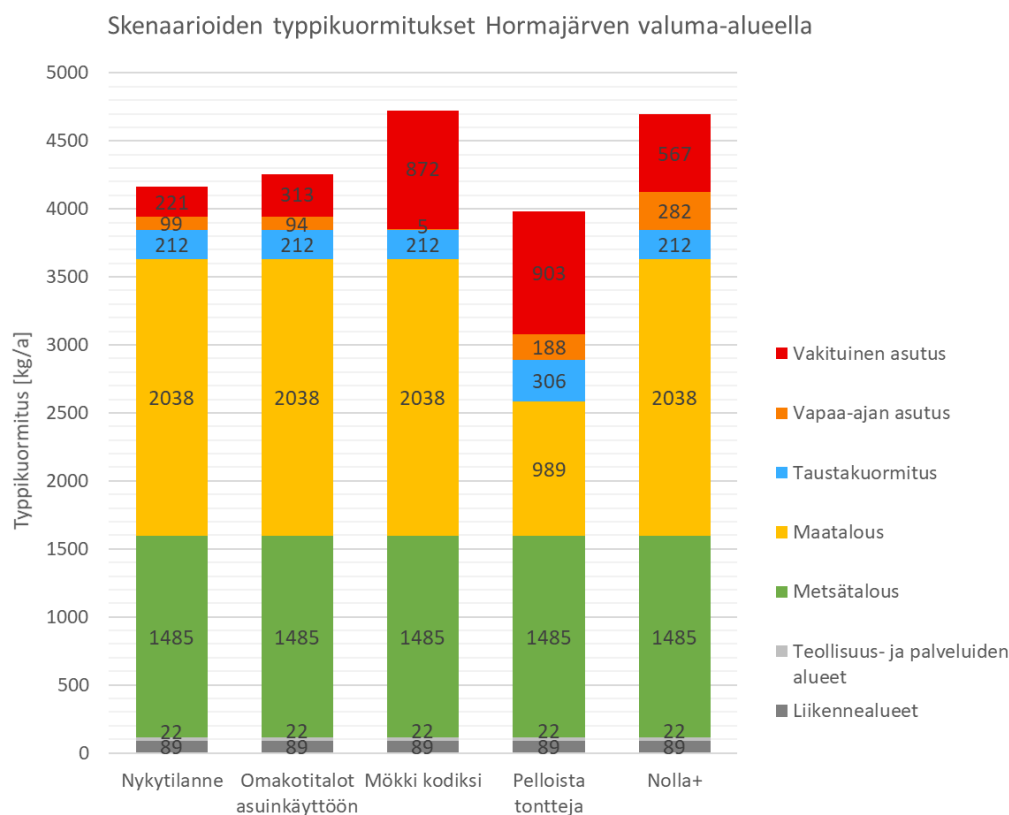
5.2.1 Skenaarioiden kuormitusarviot

Taulukossa 4 on valuma-alueen ja 200 m ranta-alueen typen ja fosforin kokonaiskuormitukset skenaarioissa. Kokonaistyyppikuormitus oli suurin Mökki kodiksi ja Nolla+ -skenaarioissa ja pienin Pelloista tontteja -skenaariossa sekä valuma-alueella että 200 m ranta-alueella. Lisäksi valuma-alueen ja 200 m ranta-alueen kokonaisfosforikuormitus oli suurin Nolla+ -skenaariossa ja pienin Pelloista tontteja -skenaariossa. Muissa skenaarioissa kokonaisfosforikuormitukset olivat lähellä toisiaan. Hormajärvellä laskeuman arvioitiin olevan kaikissa skenaarioissa 1541 N kg/a ja 51 P kg/a. Laskeumaa ei esitetä erikseen maankäytöskenaarioiden tuloksissa (Kuvat 18–21). Laskeuman määrä valuma-alueen ja 200 m ranta-alueen skenaarioiden tarkastelussa olivat yhtä suuret, sillä laskeuma tulee suoraan järveen ilmakehästä, ja sen laskenta perustuu järven pinta-alaan (Launiainen et al. 2014). Hormajärven valuma-alue on melko pieni suhteessa järven pinta-alaan, jolloin laskeuman osuus kokonaiskuormituksesta oli suurempi kuin useimmiten. Lisäksi 200 m ranta-alueen pinta-alan osuus valuma-alueesta oli suurempi kuin usein järvien valuma-alueilla. Metsätalouden, liikennealueiden sekä teollisuus- ja palveluiden alueiden typpi- ja fosforikuormitukset sekä pinta-alat pysyivät samoina kaikissa skenaarioissa.

Taulukko 4. Skenaarioiden typen ja fosforin kokonaiskuormitukset Hormajärvellä.

Skenaario	Typpi, kg/a	Fosfori, kg/a
Valuma-alue		
Nykytilanne	5706	368
Omakotitalot asuinkäyttöön	5793	370
Mökki kodiksi	6264	377
Pelloista tontteja	5522	293
Nolla+	6235	413
200 m ranta-alue		
Nykytilanne	3231	181
Omakotitalot asuinkäyttöön	3308	184
Mökki kodiksi	3751	190
Pelloista tontteja	3178	159
Nolla+	3660	223

Hormajärven valuma-alueen maankäytön skenaarioissa vakituisen ja vapaa-ajan asutuksen kuormitukset vaihtelivat, koska skenaarioissa muutettiin pääasiassa asutukseen liittyviä parametreja (Kuva 18). Kaikissa skenaarioissa vakituisen ja vapaa-ajan asutuksen osuus kokonaiskuormituksista oli selvästi havaittavissa. Nykytilanne -skenaariossa vakituisen asutuksen 61 % liittymisaste vähensi valuma-alueen typpikuormituksen määrää 346 kg/a Nolla+ -skenaarioon verrattuna. Nolla+ -skenaariossa viemäriverkostoa ei ollut. Vastaavasti 65 % liittymisaste Nykytilanne -skenaariossa vapaa-ajan asukkaiden osalta vähensi typpikuormitusta valuma-alueella 183 kg/a. Nykytilanne -skenaariossa vakituisen asumisen osuus kokonaistyyppikuormasta oli 4 % ja vapaa-ajan asumisen osuus 2 %, kun laskeuma laskettiin mukaan kokonaiskuormitukseen. Viemäriverkosto vähensi vesistökuormituksen määrää tehokkaasti. Omakotitalot asuinkäyttöön -skenaariossa vakituisten asukkaiden määrää lisättiin valuma-alueella 100 asukkaalla, mikä kasvatti typpikuormituksen määrää. Liittymisasteet nousivat hieman, sillä Omakotitalot asuinkäyttöön -skenaariossa tarkasteltiin kiinteistöjen liittymisastetta asukkaiden liittymisasteen sijaan (Taulukko 2). Nykytilanne -skenaarioon verrattuna vapaa-ajan asumisen kuormitus pieneni hieman Omakotitalot asuinkäyttöön -skenaariossa, koska osassa vakituista asunnoista oli vapaa-ajan asukkaita. Mökki kodiksi -skenaariossa kaikki vapaa-ajan asunnot muutettiin vakituiseksi asunnoiksi, mikä Nykytilanne -skenaarioon verrattuna lisäsi vakituisten asukkaiden määrää valuma-alueella 590 asukkaalla. Vastaavasti vapaa-ajan asukkaita jäi Mökki kodiksi -skenaariossa valuma-alueelle vain hieman, sillä osaa vakituista asunnoista oli vapaa-ajan asumisen käytössä. Vakituisten asumisen typpikuormitus kasvoi merkittävästi verrattuna esimerkiksi Nykytilanne -skenaarioon, ja kuvasta 18 huomattiin, että Mökki kodiksi -skenaariossa kokonaistyyppikuormitus oli suurin muihin skenaarioihin nähden. Vapaa-ajan asutuksen typpikuormitus oli Mökki kodiksi -skenaariossa hyvin pientä.



Kuva 18. Typpikuormituksen määrät skenaariokohtaisesti Hormajärven valuma-alueelta.

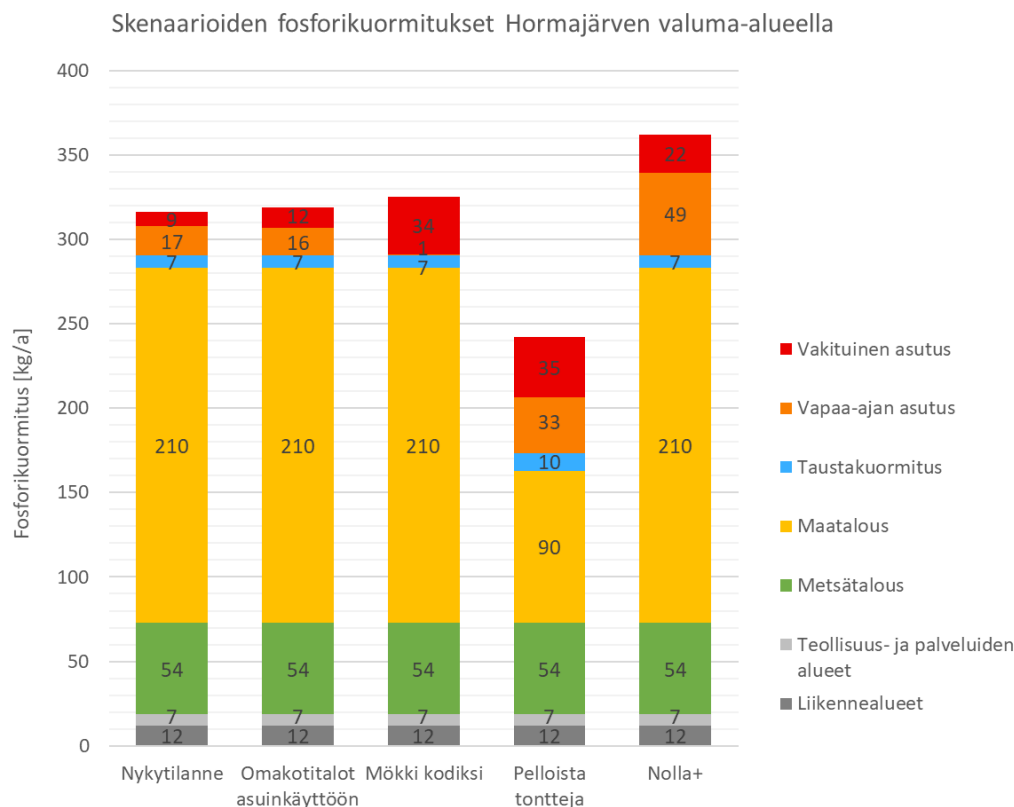
Pelloista tontteja -skenaariossa typen kokonaiskuormitus oli pienin verrattuna muihin skenaarioihin (Kuva 18). Maatalouden kuormituksen määrät pysyivät samoina kaikissa muissa kuin Pelloista tontteja -skenaariossa, jossa peltojen osuus valuma-alueen maapinta-alasta puolittui. Pelloista tontteja -skenaariossa osa peltoalasta otettiin asuinkäyttöön, jolloin Nykytilanne -skenaarioon verrattuna sekä vakituisten että vapaa-ajan asukkaiden määrä kasvoi valuma-alueella 222 asukkaalla. Pelloista tontteja -skenaariossa uusilla alueilla ei ollut viemäröintiä, mikä aiheutti liittymisasteen merkittävän pienentymisen skenaariossa (Taulukot 2). Vakituisen asutuksen liittymisasteen pieneminen ja asukkaiden määrän nousu kasvattivat etenkin typpikuormituksen määrää valuma-alueella. Lisäksi vapaa-ajan asumisen typpikuormitukset kasvoivat merkittävästi. Pelloista tontteja -skenaariossa peltojen vähentämisen johdosta vuotuisen typpikuormituksen määrä väheni merkittävästi. Asuinkäyttöön muutettujen peltojen vakituisen asutuksen kuormitus valuma-alueella oli 682 kg/a ja vapaa-ajan asutuksen kuormitus 89 kg/a. Pelloista tonteiksi -skenaarioissa taustakuormituksen määrä kasvoi, koska asumisen pinta-ala lisääntyi. Muissa skenaarioissa maankäytön pinta-alat eivät muuttuneet. Taustakuorma sisältyi maa- ja metsätalouden kuormituksiin.

Nolla+ -skenaarioon verrattuna Nykytilanne -skenaariossa viemäriverkosto vähensi valuma-alueen fosforikuormituksen vakituisealta asutukselta 13 kg/a ja vapaa-ajan asutuksen osalta 32 kg/a (Kuva 19). Nykytilanne -skenaariossa vakituisen asumisen osuus kokonaisfosforikuormasta oli 2 % ja vapaa-ajan asumisen osuus 5 %, kun laskeuma laskettiin mukaan kokonaiskuormitukseen. Omakotitalot asuinkäyttöön -skenaariossa fosforikuormituksen lisääntyminen vakituisen asutuksen osalta oli maltillisempaa kuin typpikuormituksen lisääntyminen, mitä voitiin selittää ominaiskuormituslukujen avulla. Vakituisen asutuksen typpikuormituksen ominaiskuormitusluku viemäroinnin ulkopuolella oli 3,07 kg/as/a ja fosforikuormituksen 0,12 kg/as/a (Taulukko 1). Samoin kuin typpikuormituksen osalta, vapaa-ajan asumisen kuormitus pieneni hieman. Mökki kodiksi -skenaariossa vakituisen asumisen fosforikuormitus kasvoi ja vapaa-ajan asumisen fosforikuormitus pieneni, mikä johtui vapaa-ajan asuntojen käyttötarkoituksen muutoksesta, ja sen aiheuttamasta suuresta vakituisten asukkaiden määrän lisääntymisestä.

Pelloista tontteja -skenaariossa fosforin kokonaiskuormitus oli pienin verrattuna muihin skenaarioihin (Kuva 19). Myös fosforikuormituksen osalta asumisen määrän kasvu entisillä peltoalueilla ja liittymisasteen pieneminen kasvattivat fosforikuormituksen määrää, mutta eivät yhtä voimakkaasti kuin typpikuormituksen osalta. Pelloista tonteiksi -skenaariossa peltojen vähentämisen johdosta vuotuisen fosforikuormituksen määrä väheni merkittävästi. Asuinkäyttöön muutettujen peltojen vakituisen asutuksen fosforikuormitus valuma-alueella oli 27 kg/a ja vapaa-ajan asutuksen 16 kg/a. Uusien asumisen alueiden vesistökuormituksen määrät olivat siis selvästi näkyvissä ja melko suuria, esimerkiksi Nykytilanne -skenaariossa verrattuna, mutta silti Pelloista tontteja -skenaariossa kokonaiskuormitus oli kaikista skenaarioista pienin. Tämä johtui siitä, että peltojen kuormitus pinta-alaa kohti on suurempaa kuin muilla maankäytön muodoilla (Launiainen et al. 2014). Taustakuormituksen määrä kasvoi hieman Pelloista tontteja -skenaariossa, sillä osa pelloista muutettiin asumisen käyttöön.

Metsätalouden osuus valuma-alueen maapinta-alasta oli kaikissa skenaarioissa noin 78 % (Taulukko 2), mutta tästä huolimatta kuormituksen osuus oli melko pieni (Kuvat 18 ja 19). Jos Hormajärven valuma-alueella 50 % metsästä (449 ha) tehtäisiin uudishakkuu ja maanmuokkaus, ensimmäisenä vuonna ravinnekuormitus nousisi noin 427 N kg/a ja 25 P kg/a, mikä olisi huomattava osuus. Uudistushakkuun vaikutus pienenee kuitenkin ajan myötä

kymmenessä vuodessa entiselleen, eikä uudishakkuita tehdä usein (Launiainen et al. 2014). Kuitenkin verrattuna esimerkiksi Pelloista tontteja -skenaarion kuormituksen kasvuun ja asuinkäyttöön otettujen peltojen pinta-alaan, metsätalouden uudishakkuun lisäys kuormitukseen olisi paljon pienempi.

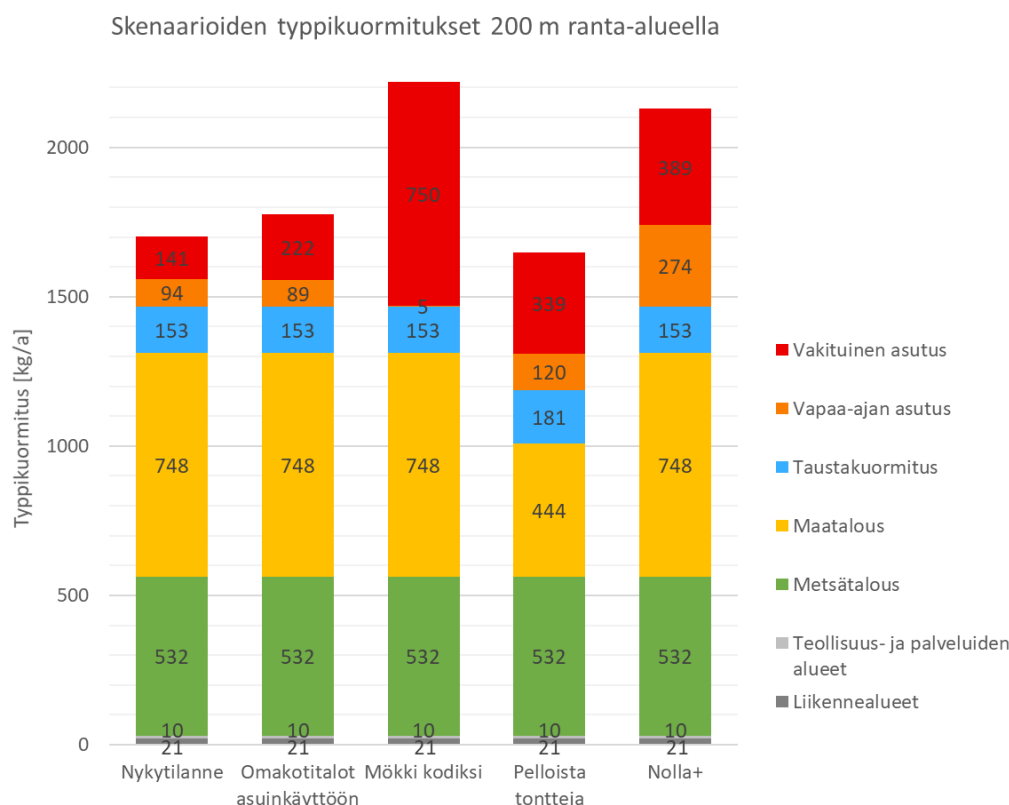


Kuva 19. Fosforikuormituksen määrät skenaariokohtaisesti Hormajärven valuma-alueelta.

Myös ranta-alueella viemäriverkostoon liittyminen vähensi asutuksen typpikuormitusta merkittävästi (Kuva 20). Nolla + -skenaarioon verrattuna, Nykytilanne -skenaarion ranta-alueen vakituisten asutuksen typpikuormitus pieneni 248 kg/a ja vapaa-alan asutuksen 180 kg/a. Nykytilanne -skenaariossa 200 m ranta-alueella vakituisten asumisen osuus kokonaistyyppikuormasta oli 4 % ja vapaa-ajan asumisen osuus 3 %, kun laskeuma laskettiin mukaan kokonaiskuormitukseen. Omakotitalot asuinkäyttöön -skenaariossa vakituisten asukkaiden määrää lisättiin ranta-alueella 88 asukkaalla, mikä kasvatti vakituisten asutuksen typpikuormitusta ranta-alueella. Samoin kuin valuma-alueen osalta, vapaa-ajan asumisen kuormitus väheni hieman omakotitalot asuinkäyttöön -skenaariossa. Koska suurin osa käyttötarkoitusta muuttavista vapaa-ajan asunnoista oli 200 m ranta-alueella Mökki kodiksi -skenaariossa, ranta-alueen vakituisten asukkaiden määrä lisääntyi 573 asukkaalla, minkä johdosta ranta-alueella vakituisten asutuksen typpikuormituksen määrä kasvoi huomattavasti muihin skenaarioihin verrattuna. Myös 200 m ranta-alueen osalta Mökki kodiksi -skenaarion kokonaistyyppikuormitus oli suurin muihin skenaarioihin verrattuna. Pelloista tontteja -skenaariossa typen kokonaiskuormitus oli pienin (Kuva 20). Nykytilanne -skenaarioon verrattuna sekä vakituisten että vapaa-ajan asukkaiden määrä kasvoi ranta-alueella 65 asukkaalla Pelloista tontteja -skenaariossa. Pelloista tontteja -skenaariossa uusille asuinalueille ei lisätty viemäriverkostoa, mistä aiheutui liittymisasteen merkittävä pieneneminen (Taulukko 3). Jos entisille peltojen alueille sijoitettaisiin Pelloista tontteja -skenaariossa pelkkää vapaa-ajan asumista, entisten peltojen kuormitus olisi valuma-alueella 178 N kg/a ja 31 P kg/a. Jos pelloille

sijoitettaisiin vain vakituista asumista, ravinnekuormituksen määrät olisivat uusilta asuin-alueilta valuma-alueella 1364 N kg/a ja 54 P kg/a. Vaikka Pelloista tontteja -skenaariossa uusilla asuinalueilla ei ollut viemäriverkostoa, todellisuudessa tällaisille yhtenäisille asumisen alueille kannattaisi maankäytön suunnittelun yhteydessä pohtia jotain muuta tapaa jätevedenkäsittelyn järjestämiseksi kuin tonttikohtaisia puhdistusjärjestelmiä.

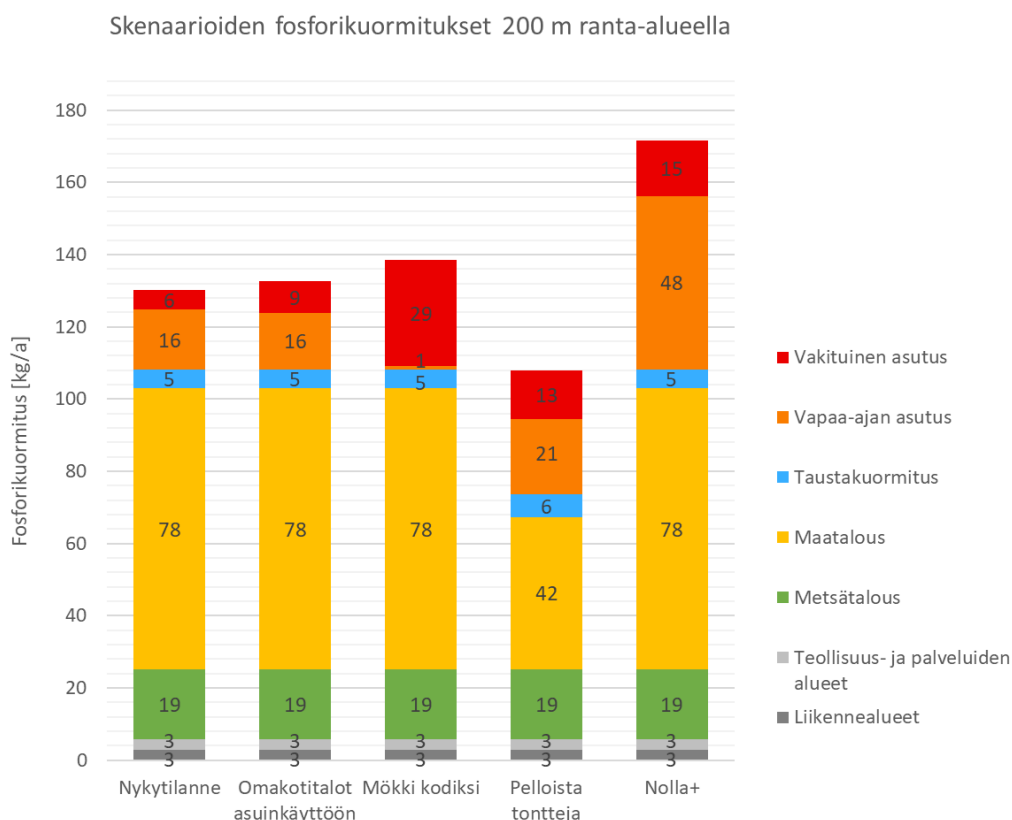
Liittymisasteen pieneneminen ja asukkaiden määrän nousu kasvattivat typpikuormituksen määrää Pelloista tontteja -skenaariossa (Kuva 20). Peltoalan pienentyminen puolestaan pienensi kokonaistyppikuormitusta huomattavasti. 200 m ranta-alueella Pelloista tontteja -skenaariossa 6 % maapinta-alasta oli peltoja, ja muissa skenaarioissa vastaava osuus oli noin 9 %. Pelloista tontteja -skenaariossa peltojen vähentämisen johdosta vuotuisen typpikuormituksen määrä väheni huomattavasti. 200 m ranta-alueella uusien asuinalueiden typpikuormitukset olivat vakituksella asutuksella 198 kg/a ja vapaa-ajan asutuksella 26 kg/a. Samoin kuin typpikuormituksen osalta myös taustakuorman fosforikuormituksen määrä kasvoi Pelloista tontteja -skenaariossa (Kuva 21). Lisäksi 200 m ranta-alueella oli suhteessa enemmän vakituista ja vapaa-ajan asutusta, jolloin taustakuormituksen osuudet kuormituksesta olivat hie- man suuremmat verrattuna koko valuma-alueen taustakuormitukseen.



Kuva 20. Typpikuormituksen määrät skenaariokohtaisesti 200 m ranta-alueelta.

Ranta-alueella Nykytilanne -skenaariossa asutuksen liittyminen viemäriverkostoon vähensi vakituksella asutuksen fosforikuormituksen määrää 9 kg/a ja vapaa-ajan asutuksen 32 kg/a verrattuna Nolla+ -skenaarioon (Kuva 21). Nykytilanne -skenaariossa vakituksella asumisen osuus kokonaisfosforikuormituksesta oli 3 % ja vapaa-ajan asumisen osuus 9 %, kun laskeuma laskettiin mukaan kokonaiskuormitukseen. Nolla+ -skenaariossa kokonaisfosforikuormitus oli suurin muihin verrattuna. Tämä johtui jätevesien viemäroinnin puuttumisesta muun muassa vapaa-ajan asumisessa. Omakotitalot asuinkäyttöön -skenaariossa vakituksella asumisen

lisääminen aiheutti hieman suuremman fosforikuormituksen kuin Nykytilanne -skenaariossa. Mökki kodiksi -skenaarion vakituisen asumisen osuus fosforikuormituksesta nousi huomattavasti käyttötarkoituksen muutosten seurauksena, ja vastaavasti vapaa-ajan asumisen osuus pieneni. Valuma-alueen fosforikuormitukseen verrattuna asumisen osuus oli suurempaa, koska suurin osa sekä vakituisesta että vapaa-ajan asunnoista sijaitsi 200 m ranta-alueella. Vaikka asukasmäärät kasvoivat ja liittymisasteet pienenivät Pelloista tontteja -skenaariossa (Taulukko 3), oli kokonaisfosforikuormitus pienin, koska peltoalan korvaaminen asumisella vähensi kokonaiskuormitusta huomattavasti. Pelloista tontteja -skenaariossa 200 m ranta-alueella uusien asuinalueiden fosforikuormitus oli vakituksella asutuksella 8 kg/a ja vapaa-ajan asutuksella 5 kg/a. Myös fosforikuormituksen osalta 200 m ranta-alueen taustakuorma kasvoi hieman Pelloista tontteja -skenaarioissa. Jos entisille uusille asuinalueille sijoitettaisiin Pelloista tontteja -skenaariossa pelkkää vapaa-ajan asumista, uusien asuinalueiden kuormitus olisi 200 m ranta-alueella 52 N kg/a ja 9 P kg/a. Jos pelloille sijoitettaisiin vain vakituista asumista, ravinnekuormituksen määrät olisivat uusilta asuinalueilta ranta-alueella 396 N kg/a ja 16 P kg/a.



Kuva 21. Fosforikuormituksen määrät skenaariokohtaisesti 200 m ranta-alueelta.

Kuvissa 22–31 on typpi- ja fosforikuormituksen alueellinen jakautuminen maankäytöskenaarioissa Hormajärven valuma-alueella. Kuvissa 22–31 valuma-alue oli jaettu pienempiin osavaluma-alueisiin, ja Hormajärveen laskevien pienten uomien purkupisteet merkittiin karttoihin. Nykytilanne -skenaarion typen ja fosforin kuormituskartoissa (Kuvat 22 ja 23) nähtiin, että maatalouden pellot erottuivat metsätalouden alueesta selvästi, koska peltojen kuormitus oli sen pinta-alaan nähden voimakkaampaa. Etenkin fosforin osalta kuormituskartoissa oli selvästi näkyvissä peltojen alueilla kuormituksen vaihtelua, minkä aiheutti kaltevuuksien vaihtelu pelloilla. Metsien kuormitus oli huomattavasti pienempää, ja asumisesta

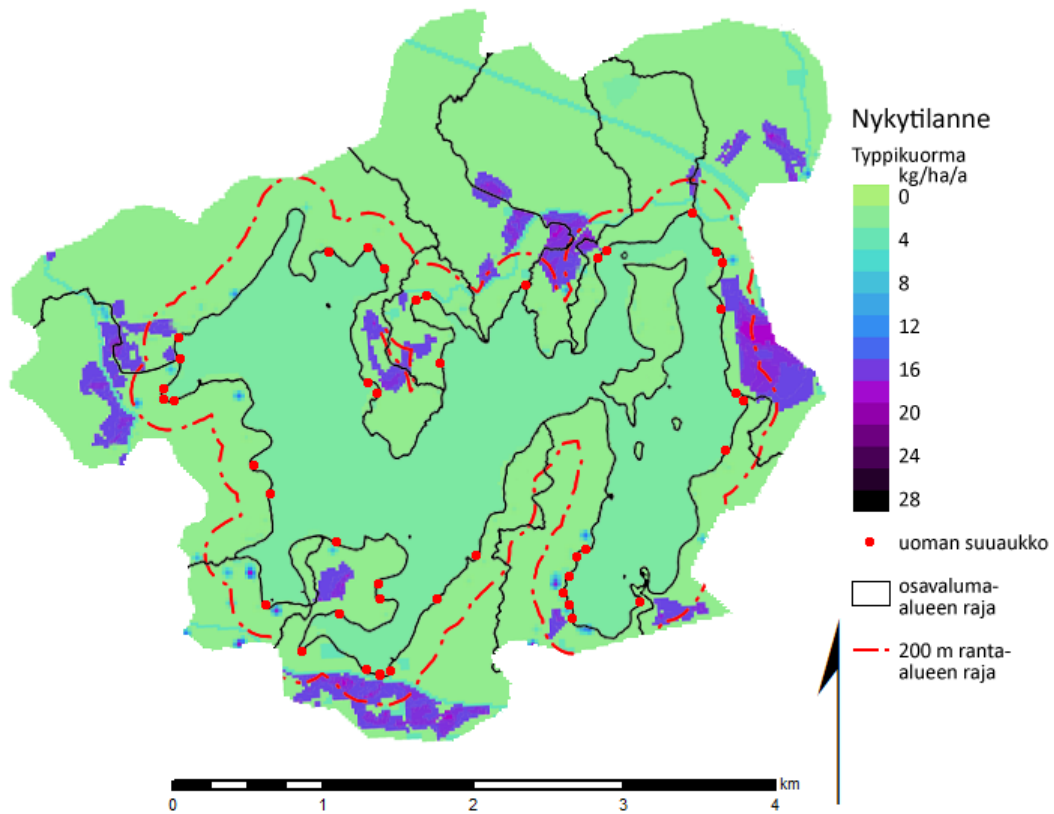
johtuva ravinnekuormitus voitiin havaita pääasiassa ranta-alueella. Asumisen osuus typen ja fosforin kokonaiskuormituksista oli kuitenkin pieni Nykytilanne -skenaariossa (Kuvat 18 ja 19), minkä johdosta asumisen kuormitukset eivät olleet voimakkaasti näkyvissä.

Omakotitalot asuinkäyttöön -skenaarion kuormituksessa (Kuvat 24 ja 25) tapahtui vain pieni muutos Nykytilanne -skenaarioon verrattuna (Kuvat 22 ja 23). Skenaarioiden kokonaiskuormitukset ja kuormituksen jakaumat maankäyttötyypeittäin olivat hyvin lähellä toisiaan sekä tyypellä että fosforilla (Kuvat 18 ja 19). Näiden skenaarioiden kuormituskartoissa oli vain pieniä eroja, jotka syntyivät asumisen muutosten johdosta. Lisäksi kuormituskartoista erotuivat liikennealueet.

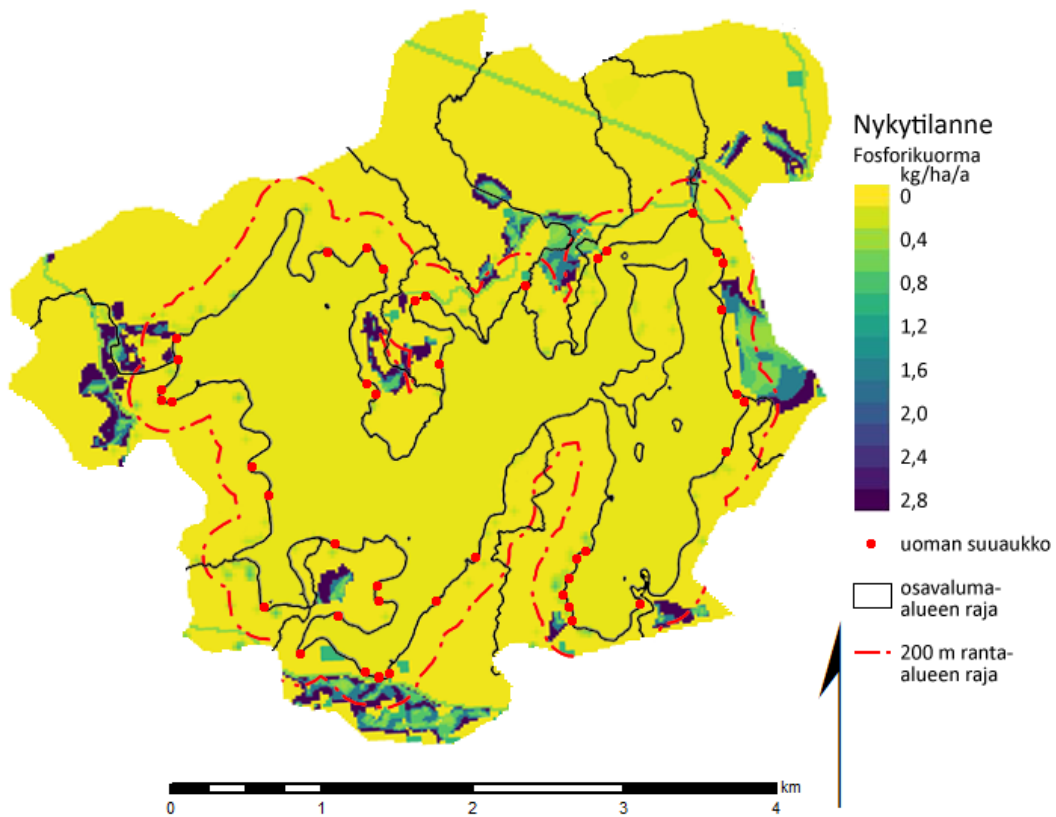
Mökki kodiksi -skenaariossa fosforin kuormituskartassa (Kuva 27) ei ollut juurikaan eroavaisuuksia näkyvissä Nykytilanne -skenaarioon verrattuna (Kuva 23). Tämä johtui siitä, että asumisen fosforikuormituksen sijainnit eivät olleet muuttuneet, ja että vakituisen ja vapaa-ajan yhteenlaskettu fosforikuormituksen määrä ei kasvanut merkittävästi. Typpikuormituksen osalta (Kuva 26) asumisesta tulevan typpikuormituksen määrä kasvoi merkittävästi verrattuna esimerkiksi Nykytilanne -skenaarioon (Kuva 24). Tällöin myös typen kuormituskartassa (Kuva 26) näkyi enemmän vakituisesta asumisesta aiheutuvaa kuormitusta. Typen kuormituskartasta huomattiin myös, että alueilla, joissa ei ollut vesihuoltoverkostoa, kuten valuma-alueen läntisessä osassa, voitiin havaita asumisesta aiheutuvaa kuormitusta selvästi. Ero typen ja fosforin välillä selittyi ominaiskuormituslukujen avulla (Taulukko 1). Typen vapaa-ajan ja vakituisen asumisen ominaiskuormituslukujen ero on moninkertainen fosforiin verrattuna.

Pelloista tontteja -skenaariossa (Kuvat 28 ja 29) muilla kuin entisillä pelloilla asumisen typen ja fosforin kuormitusjakauma olivat samanlaisia kuin Nykytilanne -skenaariossa (Kuvat 22 ja 23). Pelloista tontteja -skenaariossa asumisen osuus valuma-alueen typpikuormituksesta oli kuitenkin suurin ja fosforikuormituksesta toiseksi suurin muihin skenaarioihin verrattuna (Kuvat 18 ja 19). Skenaarion kuormituskartoissa lisääntynyt asutuksen kuormitus voitiin nähdä entisten peltojen alueilla. Kuvista 28 ja 29 huomattiin myös, että Pelloista tontteja -skenaarion asuinkäyttöön otettujen peltojen kuormitusmäärät (typpi ja fosfori) laskivat huomattavasti verrattuna muihin skenaarioihin. Muiden skenaarioiden kuormituskartoissa (typpi ja fosfori) dominoiva kuormittaja oli maatalouden peltoalueet, joilla kuormitus oli pinta-alaan nähden kaikista suurinta (Launiainen et al. 2014).

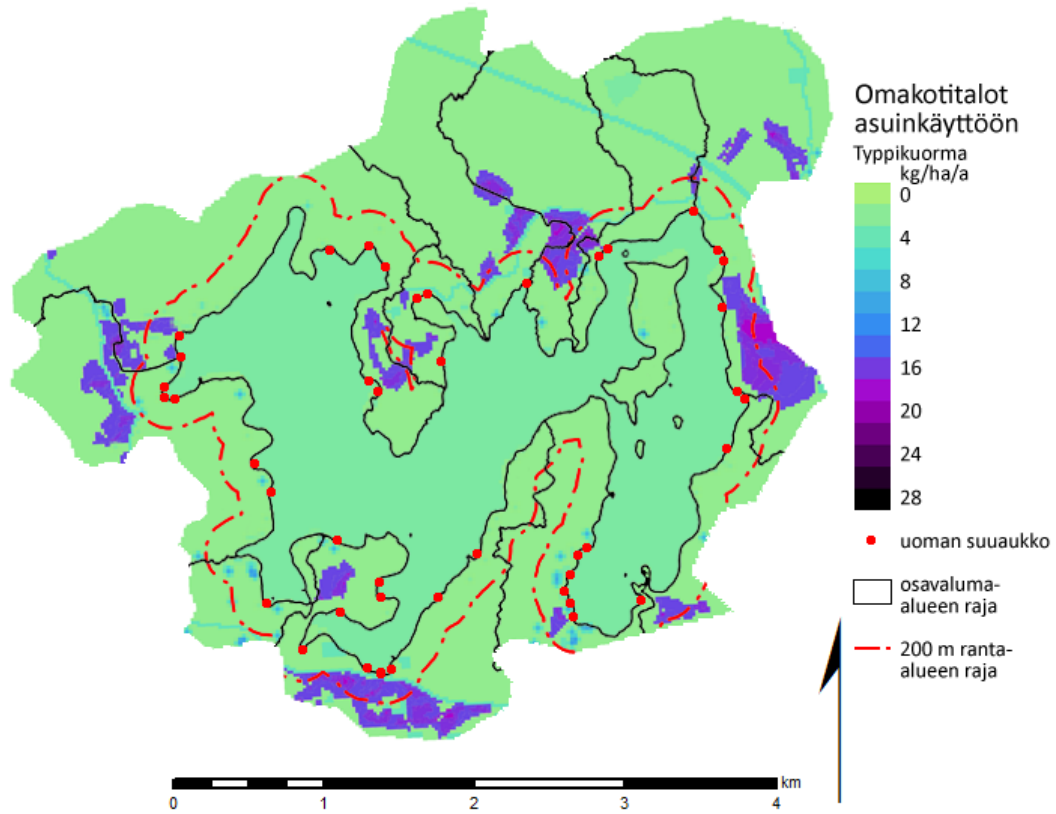
Nolla+ -skenaariossa (Kuvat 30 ja 31) viemäriverkoston puuttuminen aiheutti suurempaa typpikuormitusta asumisen alueilta kuin esimerkiksi Nykytilanne (Kuvat 22 ja 23) tai Omakotitalot asuinkäyttöön -skenaarioissa (Kuvat 24 ja 25). Asumisen typpikuormitus oli kuvassa 30 selvästi havaittavissa. Lisäksi Nolla+ -skenaariossa viemäriverkoston puuttumisen vuoksi asumisen fosforikuormitus oli suurin muihin skenaarioihin verrattuna (Kuva 19), ja myös siksi selkeimmin näkyvissä skenaarioiden fosforikuormituskartoista.



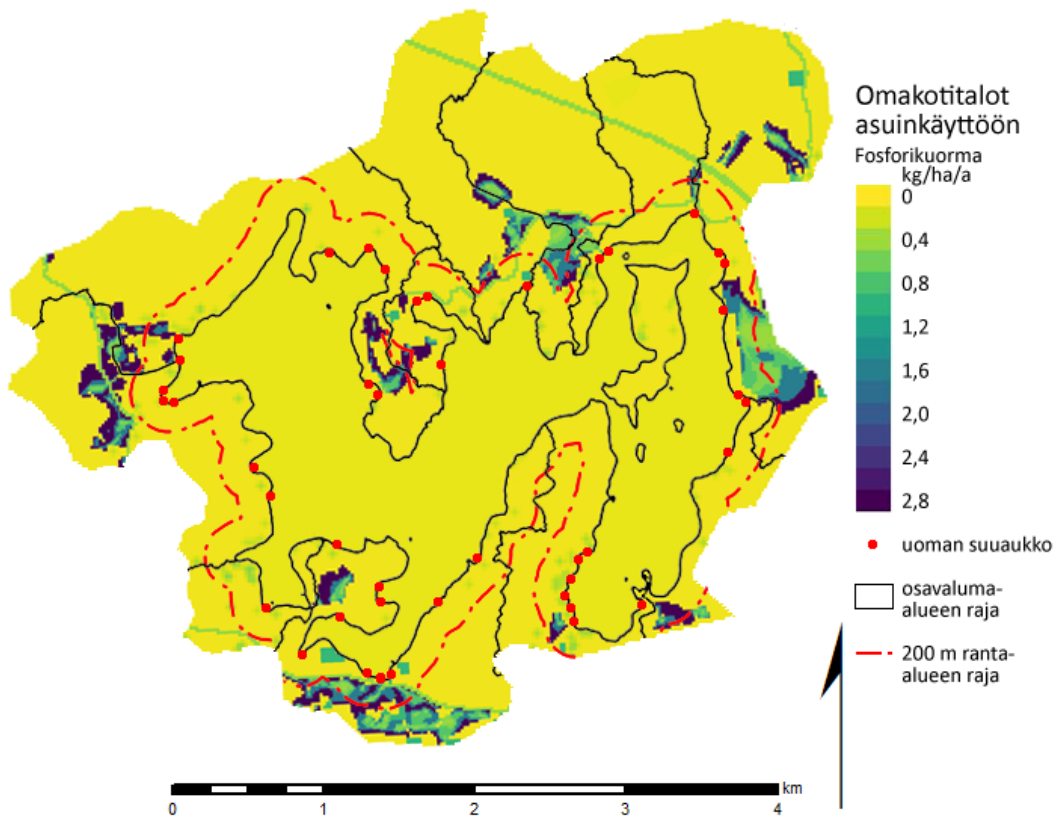
Kuva 22. Typpikuormituksen alueellinen jakautuminen Nykytilanne -skenaarioissa sekä osavaluma-aluejako ja järveen laskevien uomien suuaukot Hormajärven valuma-alueella.



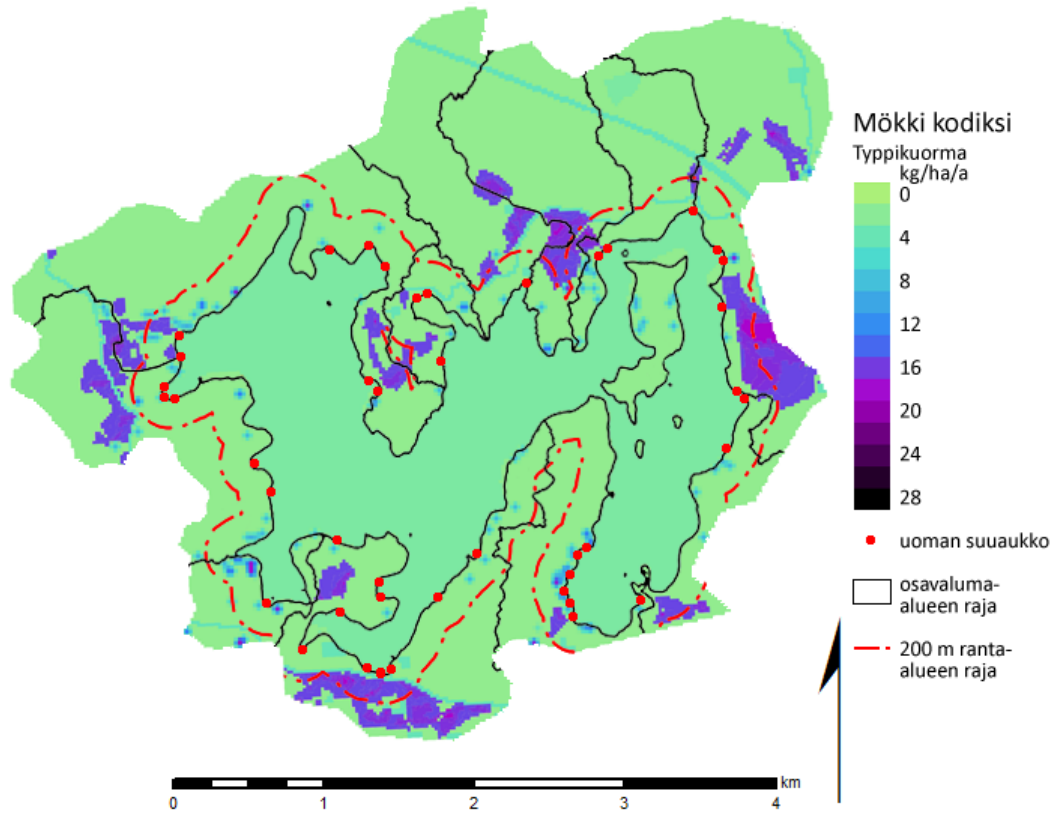
Kuva 23. Fosforikuormituksen alueellinen jakautuminen Nykytilanne -skenaarioissa sekä osavaluma-aluejako ja järveen laskevien uomien suuaukot Hormajärven valuma-alueella.



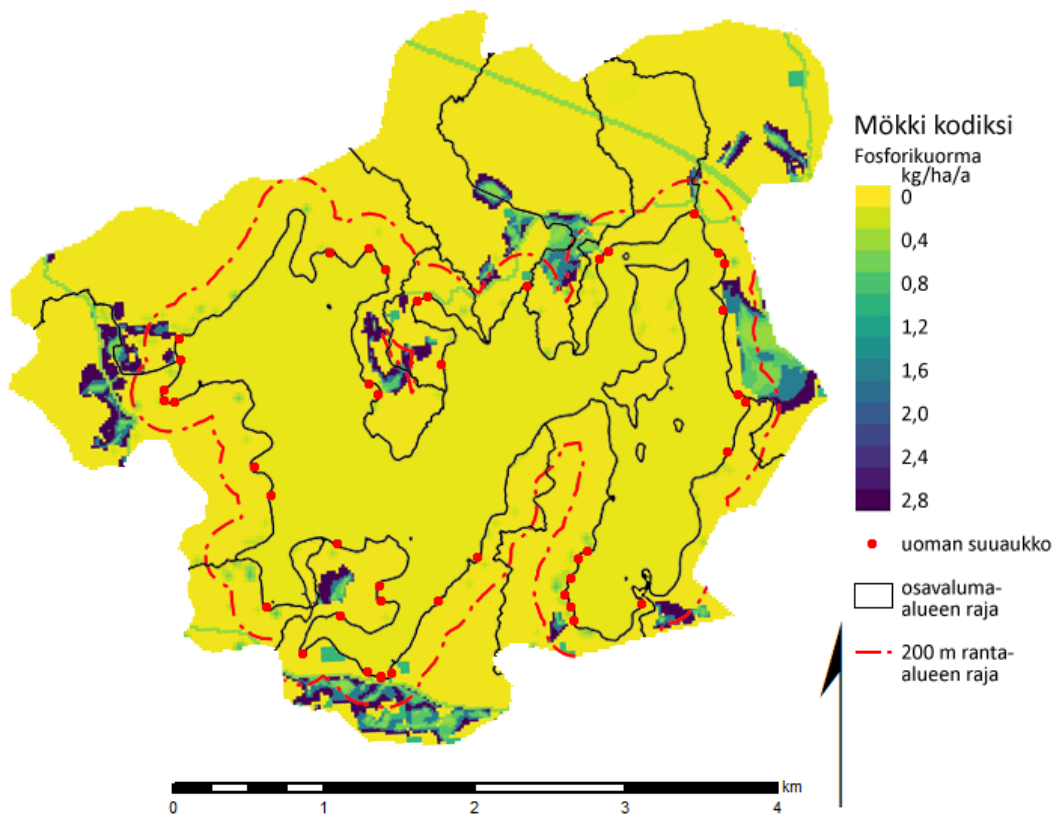
Kuva 24. Typpikuormituksen alueellinen jakautuminen Omakotitalot asuinkäyttöön -skenaarioissa sekä osavaluma-aluejako ja järveen laskevien uomien suuaukot Hormajärven valuma-alueella.



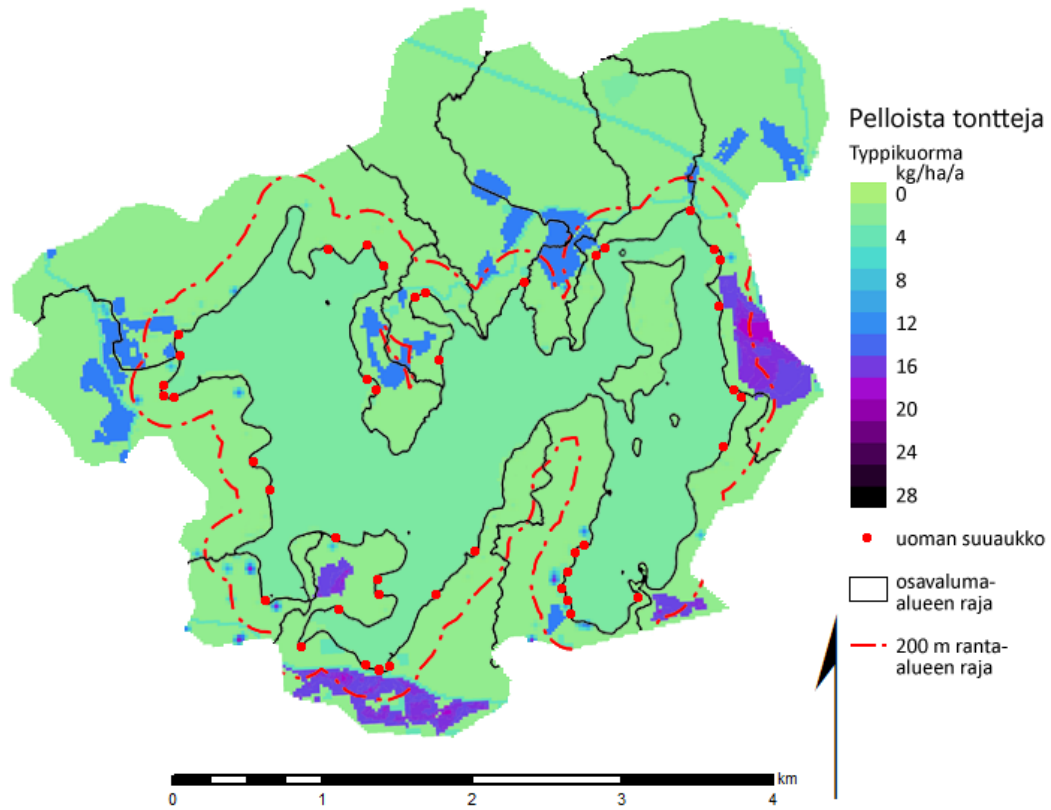
Kuva 25. Fosforikuormituksen alueellinen jakautuminen Omakotitalot asuinkäyttöön -skenaarioissa sekä osavaluma-aluejako ja järveen laskevien uomien suuaukot Hormajärven valuma-alueella.



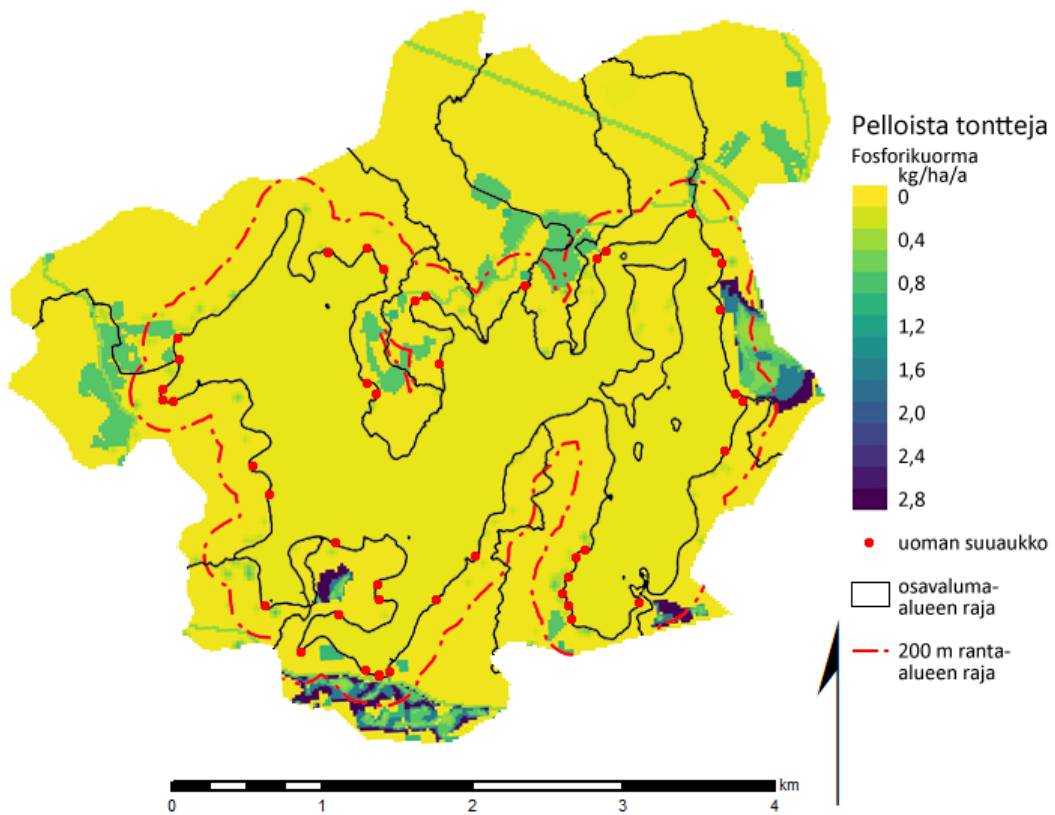
Kuva 26. Typpikuormituksen alueellinen jakautuminen Mökki kodiksi -skenaarioissa sekä osavaluma-aluejako ja järveen laskevien uomien suuaukot Hormajärven valuma-alueella.



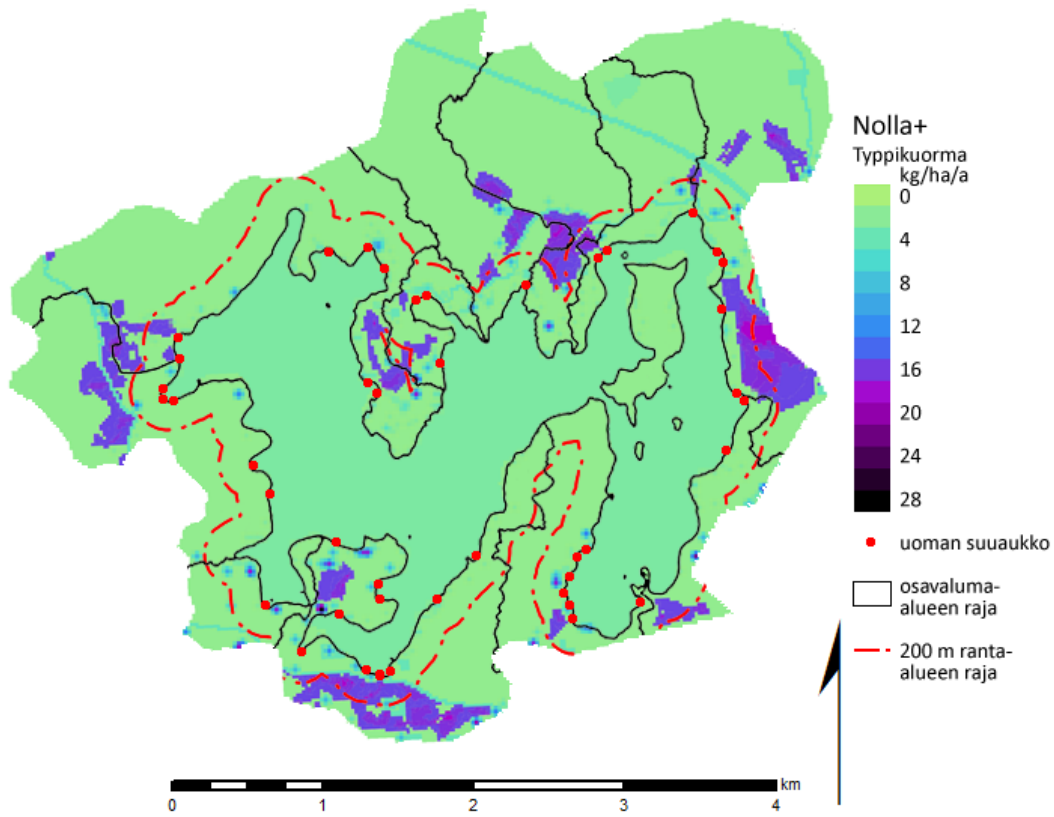
Kuva 27. Fosforikuormituksen alueellinen jakautuminen Mökki kodiksi -skenaarioissa sekä osavaluma-aluejako ja järveen laskevien uomien suuaukot Hormajärven valuma-alueella.



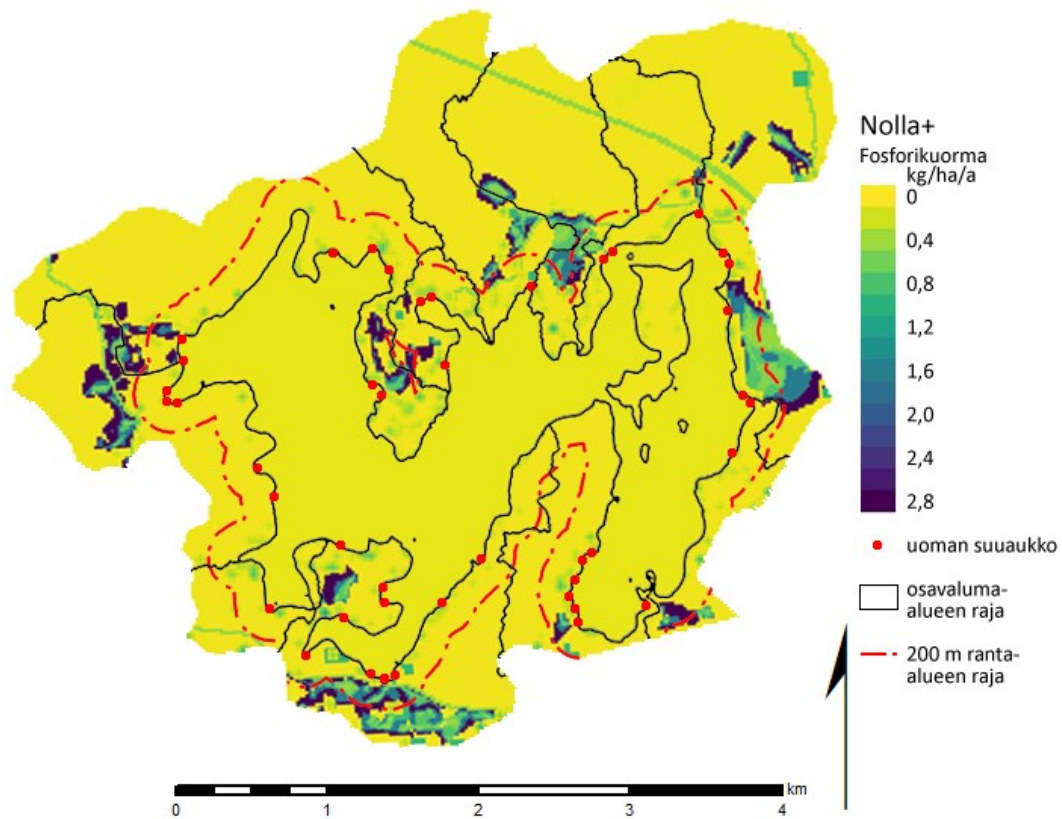
Kuva 28. Typpikuormituksen alueellinen jakautuminen Pelloista tontteja -skenaarioissa sekä osavaluma-aluejako ja järveen laskevien uomien suuaukot Hormajärven valuma-alueella.



Kuva 29. Fosforikuormituksen alueellinen jakautuminen Pelloista tontteja -skenaarioissa sekä osavaluma-aluejako ja järveen laskevien uomien suuaukot Hormajärven valuma-alueella.



Kuva 30. Typpikuormituksen alueellinen jakautuminen Nolla+ -skenaarioissa sekä osavaluma-aluejako ja järveen laskevien uomien suuaukot Hormajärven valuma-alueella.



Kuva 31. Fosforikuormituksen alueellinen jakautuminen Nolla+ -skenaarioissa sekä osavaluma-aluejako ja järveen laskevien uomien suuaukot Hormajärven valuma-alueella.

Tattari et al. (2015) mukaan laaja-alaiset maankäytön muutokset, loma-asutuksen voimakas laajeneminen ja ilmaston muutos ovat ympäristöriskejä, jotka voivat muuttaa vesistöalueen tilaa. Maankäytön ja vapaa-ajan asutuksen muutoksia pidetään kuitenkin pieninä uhkina. Hormajärven valuma-alueella muutokset maankäytössä, ja etenkin muutokset suurimmissa kuormittajissa, voivat vaikuttaa syntyvän vesistökuormituksen määrään ja siten myös järven tilaan. Asumisen maankäytön muutosten, kuten asukkaiden ja asuinrakennusten määrän, vaikutus vesistökuormitukseen oli nähtävissä kuormitusarvioiden tuloksista (Kuvat 18–21). Erityisesti käyttötarkoituksen muutos Mökki kodiksi -skenaariossa ja skenaarioiden liittyminen viemäriverkostoon vaikuttivat vesistöön päätyvän ravinnekuormituksen määrään. Viemäriverkostoon liittyminen vähensi kuormituksen määrää skenaarioissa, mutta käyttötarkoituksen muutoksen myötä lisääntyvä vakituisten asukkaiden määrä lisäsi ravinnekuormituksen määrää etenkin typen osalta. Tämän perusteella Hormajärven valuma-alueella ei näin laaja-alaisia käyttötarkoituksen muuttamisia kannata toteuttaa, varsinkaan kohteissa, jotka eivät ole vesihuollon piirissä. Muutosten aiheuttamat kuormituksen vaihtelut olivat merkittäviä, mutta asumisen osuus kokonaiskuormituksesta ja sen jakaumasta ei kuitenkaan ollut dominoiva. Sen sijaan pellot kuormittivat pinta-alaansa nähden enemmän kuin muut maankäyttömuodot, etenkin fosforin osalta. Typpikuormituksessa myös metsätalouden osuus korostui maatalouden rinnalla. Skenaarioissa osa maankäytön muutoksista olivat melko radikaaleja, kuten käyttötarkoituksen muutokset ja peltojen muuttaminen asumisen käyttöön. Myös vakituisten asukkaiden määrän lisääntyminen noin 50 % oli melko suuri muutos valuma-alueella. Kuitenkaan kuormituksen muutokset eivät olleet yhtä radikaaleja kuin maankäytölliset muutokset, vaikka kuvien 18–21 mukaan kuormituksen muutokset näkyvät selvästi kokonaiskuormituksessa. Järven kannalta kuitenkin on olennaista tarkastella koko valuma-alueelta tulevan kuormituksen määrää sekä kaikista kuormituksen lähteistä tulevaa vesistökuormitusta (Launiainen et al. 2014).

Kuormitustuloksista huomattiin myös, että suurin osa valuma-alueen vapaa-ajan asutuksesta sijaitsi 200 m ranta-alueella, koska valuma-alueen ja ranta-alueen kuormitustuloksia verrattaessa kuormitusten absoluuttinen määrä ei vähentynyt samassa suhteessa pinta-alaan nähden. Vapaa-ajan asunnoista 98 % ja väestöstä 69 % sijaitsivat alle 200 m etäisyydellä keski-vedenkorkeuden mukaisesta rantaviivasta (Kuvat 6–8). Taulukoista 2 ja 3 huomattiin myös, että 200 m ranta-alueella liittymisaste oli hieman suurempi kuin koko valuma-alueella. Kokonaistyyppikuormituksesta 200 m ranta-alueen kuormituksen osuus valuma-alueen kuormituksesta oli skenaarioissa välillä 57–60 % (Kuvat 18 ja 20). Vastaavasti 200 m ranta-alueen kokonaisfosforikuormituksen osuus valuma-alueen fosforikuormituksesta oli välillä 49–54 % (Kuvat 19 ja 21). 200 m ranta-alueen maapinta-alan suhde valuma-alueen maapinta-alaan oli kuormitusarviossa noin 40 %. Tästä voitiin päätellä, että ranta-alueen kuormitus oli pinta-alaa kohden suurempi kuin koko valuma-alueella, mikä johtui muun muassa vakituisen ja vapaa-ajan asumisen suuresta määrästä ranta-alueella.

Vesienhoitosuunnitelman mukaan Hormajärven veden laatua pitäisi parantaa (Karonen et al. 2016a), ja Hormajärven valuma-alueen maankäyttöä tulisi suunnitella niin, että vesienhoitosuunnitelman tavoitteet eivät vaarannu. Järven vedenlaatuun pyritään vaikuttamaan muun muassa vähentämällä maa-alueilta tulevan ravinnekuormituksen määrää (Heiskanen et al. 2011). Skenaarioiden kuormituksen arvioinnin perusteella (Kuvat 18–21) voidaan todeta, että valuma-alueella asumisen osalta liittyminen viemäriverkostoon on merkittävä tapa vähentää kuormitusta. Tällöin uusia asuntoja ei tulisi rakentaa vesihuoltoverkon ulkopuolisille alueille, ja kaikkien kiinteistöjen tulisi liittyä vesihuollon piiriin, mikäli tämä on mahdollista.

Lisäksi maatalousmaan vähentämisellä ja viljelytoimenpiteiden valinnalla voidaan pienentää merkittävästi syntyvän vesistökuormituksen määrää (Launiainen et al. 2014, Puustinen et al. 2010). Hyvä toimintatapa Hormajärven tilan parantamiselle olisi valita maankäytön muutoksissa aina edellistä vähemmän kuormittava vaihtoehto, mikä vähentäisi vesienhoito-toimenpiteiden kanssa kokonaiskuormituksen määrää Hormajärvellä.

Vesistökuormituksen ja rantojen maankäytön suunnittelu on ongelmallista, koska vesistökuormitusta tulee paljon muilta kuin maankäytön suunnittelussa käytetyiltä ranta-alueilta (Jarva 2005, Launiainen et al. 2014). Lisäksi pienten uomien rantoja ei lasketa varsinaisiksi ranta-alueiksi maankäytön suunnittelussa (Hallberg et al. 2015, Jarva 2005), ja niiden kautta vesistöön voi kulkeutua paljonkin kuormitusta. Esimerkiksi Hormajärveen laskee vain ojia ja puroja, joiden kautta pääosa kuormituksesta tulee järveen (Heiskanen et al. 2011). Tällöin pelkkien järven ranta-alueiden tarkastelu ei ole riittävää vesiensuojelun kannalta. Jos maankäytön suunnittelussa ei kuitenkaan haluta ottaa mukaan koko valuma-aluetta, kannattaa pohtia Hormajärveen laskevien suurimpien uomien rantojen maankäytön vaikutusta kuormitukseen. Esimerkiksi järveen laskevien purojen rannoilta kulkeutuu järveen kuormitusta yhtä tehokkaasti kuin järven rannoilta, ja ainakin sellaisten uomien rantojen maankäyttöä kannattaisi tarkastella kaavoituksessa, joissa on vettä ympäri vuoden. Lisäksi maatalous ja asutus ovat suuria vesistökuormituksen lähteitä sekä Hormajärvellä että Suomessa (Laitinen et al. 2014), jolloin niiden määrään lähellä rantaa ja valuma-alueella kannattaa kiinnittää aina huomiota maankäytön suunnittelussa. Myös vastaanottavan vesistön herkkyyys ravinnekuormitukselle sekä järven tila kannattaa ottaa huomioon valuma-alueen ja rantojen maankäytön suunnittelussa.

Tulosten tulkitsemisessa pitää huomioida, että työn kuormitusarviossa on yleistetty maankäytön muotoja ja tehty erialisia oletuksia, mikä aiheuttaa epävarmuutta kuormitusarvioon (Launiainen et al. 2014, Tattari et al. 2015). Työssä esitetyt kuormituksen määrät ovat suuntaa antavia kuormitusarvioita, ja työssä skenaariotarkastelun avulla maankäytön muutoksien vaikutus saatiin esille. Lisäksi joitain tekijöitä ei huomioitu kuormitusarviossa, kuten esimerkiksi maankäyttömuotojen etäisyyttä rannasta ja asutuksen vesistökuormitusta muista lähteistä kuin jätevedestä. Myöskään kaikkia tiealueita ei voitu huomioida kuormitusarviossa. Lisäksi valuma-alueilla ja rannoilla kannattaa maankäytön suunnittelun ja vesiensuojelun kannalta huomioida, että uudisrakentamisesta aiheutuu kuormituspiikki rakentamisen aikana. Kuormitusarvion epävarmuudesta pohditaan lisää luvussa 5.3.

5.2.2 Skenaariot ja aiemmat hajakuormitusselvitykset

Valjuksen (2003) mukaan Hormajärvellä sallittu fosforikuorma on 254 kg/a ja vaarallinen fosforikuorma 822 kg/a. Valuma-alueen fosforikuormitukset (skenaarioissa välillä 293–413 kg/a) ylittivät kuitenkin kaikissa skenaarioissa sallitun rajan (Taulukko 4), mutta alittivat kuitenkin vaarallisen kuorman. Ulkoisen ravinnekuormituksen lisäksi myös vesistön sisäinen kuormitus vaikuttaa järven kuormitukseen (Laitinen et al. 2014, Mäenpää & Tolonen 2011). Taulukossa 5 on vuoden 2003 hajakuormitusselvityksen tulokset sekä Nolla+ ja Nykytilanne -skenaarioiden kuormitusarviot. Nolla+ -skenaario on valittu Nykytilanne -skenaarioksi lisäksi taulukkoon, koska se on melko lähellä maankäytöllisesti ja viemäriverkoston laajuudelta vuoden 2003 tilannetta. (Valjus 2003.)

Asuntojen määrät ovat kasvaneet Hormajärven valuma-alueella vuodesta 2003, mikä potentiaalisesti lisää kuormituksen määrää. Toisaalta on huomioitava, että vuonna 2003 valuma-

alueella ei ole ollut viemäriverkostoa, jolloin kaikki jätevedet on hoidettu kiinteistökohtaisesti. Lisäksi tässä työssä oletettiin, että kaikissa loma-asunnoissa on asukkaita, ja kaikkien asuntojen kuormitukset olivat yhtä suuret. Skenaarioissa oletettiin, että kaikki kiinteistöt puhdistavat jätevetensä jätevesiasetuksen (157/2017) mukaisesti, mikä pienensi kuormituksen määrää vakituisen asumisen osalta. Jätevesiasetuksen siirtymäaika on kuitenkin vasta vuonna 2018, jolloin kaikki kiinteistöt eivät välttämättä vielä puhdistaa jätevesiään asetuksen mukaisesti. Näistä johtuen 2003 hajakuormituslaskelmissa vakituisen ja loma-asumisen kuormitukset ovat suurempia kuin Nykytilanne -skenaariossa kuormitukset (Taulukko 5). Nolla+ -skenaariossa tyypikuormitus on kuitenkin suurempi kuin vuonna 2003.

Taulukko 5. Hormajärven valuma-alueen kuormitusarvion tulokset (Valjus 2003) sekä Nolla + ja Nykytilanne -skenaarioiden kuormitustulokset.

	Hajakuormituslaskelma 2003		Nolla+ -skenaario		Nykytilanne -skenaario	
	Typpi, kg/a	Fosfori, kg/a	Typpi, kg/a	Fosfori, kg/a	Typpi, kg/a	Fosfori, kg/a
Vakituinen asutus	342	55	567	22	221	9
Vapaa-ajan asutus	190	66	282	49	99	17
Maatalous	2345	302	2038	210	2038	210
Metsätalous	132	8	1485	54	1485	54
Laskeuma	3824	57	1541	51	1541	51
Taustakuormitus	2875	104	212	7	212	7
Liikennealueet	-	-	89	12	89	12
Teollisuus- ja palveluiden alueet	-	-	22	7	22	7
Yhteensä	9708	592	6235	413	5706	368

Maatalouden osalta kuormitukset olivat melko lähellä toisiaan (Taulukko 5), ja eroavaisuus johtui peltoalan pienentymisestä sekä erilaisista ominaiskuormitusluvuista (Valjus 2003). Metsätalouden erot olivat skenaarioissa ja vuoden 2003 hajakuormituslaskelmissa hyvin suuret. Tämä johtui siitä, että taustakuormaa tarkasteltiin metsien alueilta yhdessä muun maa-alan kanssa, mistä johtui suurempi taustakuormitus. Lisäksi taustakuormituksen ominaiskuormitusluvut olivat isommat, ja metsätalouspinta-alaa oli vuoden 2003 kuormituslaskelmissa noin 100 ha enemmän. Myös laskeuman tyypikuormitus oli hajakuormituslaskelmissa suurempi kuin skenaarioissa. Pinta-alat olivat kaikissa näissä kuitenkin samat, ja erot kuormitusten määrissä johtuvat käytetyistä ominaiskuormitusluvuista.

Vuonna 1990 (Valjus 2003) tyypikuormituksen määrä arvioitiin välille 9500–11570 kg/a ja fosforikuormituksen määrä 370–520 kg/a. Vuoden 1990 hajakuormituslaskelmissa laskemisen periaatteet eivät kuitenkaan ole selvillä, mutta sekä vuoden 2003 että vuoden 1990 hajakuormituslaskelmien kuormitukset ovat paljon suuremmat kuin skenaarioissa, etenkin tyypikuormituksen osalta. Vuoden 1990 hajakuormituslaskelmissa jälkeen kiinteistöjen määrä on noussut noin sadalla vuoteen 2003 mennessä. Vuonna 1990 pellot ovat aiheuttaneet noin puolet valuma-alueen fosforikuormasta, mikä on saman suuntainen myös skenaarioissa ja vuonna 2003. 1990 haja-asutus on aiheuttanut noin 20 % fosforikuormituksesta, mutta esimerkiksi Nykytilanne ja Nolla + -skenaarioiden pohjalta nähtiin, että tilanne on parantunut, viemäroinnin avulla. Tyypikuormituksen osalta vuoden 1990 laskelmissa on 50 % arvioitu tulevan laskeumana, mikä on suuri kaikista arvioista ja skenaarioista. (Valjus 2003.)

Skenaarioita voidaan osittain verrata tehtyihin hajakuormituslaskelmiin, mutta on otettava huomioon, että osa käytetyistä ominaiskuormitusluvuista eroaa toisistaan hyvin paljon. Kuitenkin esimerkiksi maankäytön pinta-aloja ja asumisen kuormittajien määrien kehitystä voi-

daan tarkastella kuormitusselvitysten pohjalta. Lisäksi tässä työssä tehtiin enemmän yleistämistä asutuksen suhteen kuin vuosien 1990 ja 2003 hajakuormitusselvityksissä (Valjus 2003), mikä aiheuttaa epävarmuutta tuloksiin. Lisäksi verrattaessa esimerkiksi KUSTAA -työkaluun (Launiainen et al. 2014) muun muassa metsätalouden osalta skenaarioissa on yksinkertaistettu laskentaa.

5.3 *Epävarmuustekijät*

Kuormituksen laskettiin ominaiskuormituskertoimien ja maapinta-alojen sekä pistekuormittajien lukumäärien avulla. Kaikkiin näihin liittyy epävarmuutta, jolloin saatuja tuloksia kannattaa tarkastella suuntaa-antavina suuruusluokan arvioivina tuloksina. Kuormitusarvio soveltuu kuormittajien keskinäisten suhteiden tarkasteluun etenkin, jos erilaisilla skenaarioilla muutetaan parametreja, jolloin tuloksista voidaan huomata, onko laskelma herkkä jollekin tietynlaiselle muutokselle. Laskennan kannalta on tärkeää kuvata suurimmat kuormittajat ja laajemmat linjat mahdollisimman oikein, ja pienempiä muutoksia ja kuormittajia ei kannata kuvata liian tarkasti. Jos esimerkiksi suurille kuormittajille valitaan ominaiskuormitusluvut liian suuriksi tai pieniksi, virhe tuloksissa on suurempi kuin pienemmillä kuormittajilla. (Launiainen et al. 2014.) Lisäksi systemaattiset virheet laskuissa voivat aiheuttaa virhettä kuormitusarvioon.

Launiaisen et al. (2014) mukaan ominaiskuormitusluvut ovat kuormitusarvion merkittävin epävarmuuden lähde. Kuormitusluvut voivat vaihdella paljon, sillä eri maankäytön toimenpiteiden kuormituksia on tutkittu niin vähän, että tietyn toimenpiteen ominaiskuormituslukujen jakaumaa on hankala arvioida. Esimerkiksi KUSTAA -työkalun ominaiskuormituslukujen jakauman vaihteluvälit perustuvat aineistosta johdettuihin arvioihin, jotka eivät kuitenkaan ole kuormituksen raja-arvoja, vaan niitä pienempiä ja suurempiakin arvoja voi esiintyä. Ominaiskuormitusluvut on määritetty pääasiassa kokeellisin tutkimuksin, ja KUSTAA -työkalussa käytetyt ominaiskuormitusluvut on määritetty kenttäkokeiden, kuormitusseurantojen ja mallituloksien perusteella. Käytössä oleva ominaiskuormitusluku ei aina kuvaa maankäyttöä täydellisesti, ja ominaiskuormituslukujen valinta aiheuttaa kuormitusarvioon epävarmuutta. Esimerkiksi työssä käytetty vakituisten ja vapaa-ajan asumisen aiheutuva kuormitus oli arvioitu asukkaiden tuottaman jätevedestä aiheutuvan kuormituksen kautta, jolloin esimerkiksi yksityisten pihojen lannoittamista tai vuotovesistä aiheutuvaa kuormitusta ei ollut tämän työn kuormitusarviossa mukana. Lisäksi asutuksen sijaintia vesistöön nähden ei huomioitu työssä käytetyissä ominaiskuormitusluvuissa. Lähempänä rantaa oleva rantavyöhykkeen ja -alueen asutus aiheuttaa suurempaa vesistökuormitusta vesistöön kuin kauempana rannasta oleva asutus (Launiainen et al. 2014). Lisäksi esimerkiksi asutuksen suoria päästöjä vesistöön ei aineiston perusteella voitu arvioida, ja koska siirtymäaika jätevesiasetuksen mukaiseen puhdistuksen tasoon ei ole vielä päättynyt, on oletettava (toisin kuin laskennassa), että osalla kiinteistöistä ei ole vielä riittävä jätevedenpuhdistuksen taso. Lisäksi viemäriverkostoon liittyneiden kiinteistöjen ja asukkaiden määrän arviointiin liittyvistä oletuksista aiheutui virhettä skenaarioiden liittymisasteisiin.

Ominaiskuormituslukujen määrittäminen on hankalaa myös, jos ne on määritetty muutaman lyhyehkön kenttäkokeen perusteella, jolloin ne eivät välttämättä ole edustavia ajallisesti ja paikallisesti muilla alueilla. Esimerkiksi haja-asutuksen ominaiskuormituslukujen edustavuuteen vaikuttavat monet tekijät, kuten sääolosuhteet, hydrologia ja maaperä. Myös vuosisadannan erot ja valunnan ajallinen jakauma vaikuttavat kuormituksen ajalliseen vaihteluun. Paikalliseen vaihteluun voi vaikuttaa muun muassa alueen kaltevuudet ja maalaji. (Launiainen et al. 2014, Puustinen et al. 2010.) Tässä työssä tarkasteluajanjaksona oli yksi vuosi.

Kuitenkin kuormituksen määrä voi vaihdella esimerkiksi sadannan muutoksista johtuen eri vuosina, mitä ominaiskuormitusluvut eivät ota huomioon. Lisäksi tässä työssä peltojen kuormitusta kuvaavissa ominaiskuormitusluvuissa ei otettu huomioon viljelytyyppejä tai toimenpiteitä, vaan kuormitus laskettiin keskimääräisillä luvuilla. Kuormitusarviota voitaisiin tarkentaa, jos viljelytyypit pelloilta selvitetäisiin. Peltojen kuormituksen arviointia kuitenkin parannettiin huomioimalla kaltevuudet (Kuva 16).

Suurilla valuma-alueilla maanpeitteen pinta-aloihin sekä kuormitusyksikköjen määriin liittyy usein suurempaa epävarmuutta kuin pienillä valuma-alueilla. Tähän vaikuttaa esimerkiksi se, että suurilla valuma-alueilla tiedot kerätään usein monista eri lähteistä. Poikkeuksena on kuitenkin esimerkiksi velvoitetarkkailussa olevat pistekuormittajat, kuten turvetuotanto, tai muut kuormittajat, joiden määrä on tiedossa, kuten asukasluku. (Launiainen et al. 2014.) Hormajärven valuma-alue ei ole kovin suuri, mutta silti maankäyttötyyppien pintaalojen arviointiin liittyy epävarmuutta. Työssä käytetyssä maanpeiteaineistossa (CLC2012) pikselikoko on 20 m, mistä aiheutuen maankäyttötyyppejä ei ole rajattu tarkasti, mikä osaltaan aiheutti virhettä käytettyihin maanpeitteiden pinta-aloihin. Lisäksi CLC2012 -aineistosta yhdistettiin eri maanpeiteluokkia yhdeksi kuormituslaskentaa varten. Esimerkiksi metsien maanpeiteluokat yhdistettiin ja laskettiin käyttäen yhtä ominaiskuormituslukua, vaikka metsätyyppejä maanpeiteluokituksessa oli useita. Tällöin metsätalousalueen sisäinen kuormitusvaihtelu jäi huomiotta. Lisäksi Hormajärven valuma-alueella ei ollut tiedossa metsätalousalueiden metsänhoitotoimenpiteiden määriä tai ajankohtia, jotka olisi myös voitu huomioida kuormituksen arvioinnissa. Valuma-alueen pellot rajattiin CLC2012 -aineiston perusteella, jossa pikselikoko on 20 m. Peltojen kaltevuuksien pinta-aloja määritettäessä pikselikooksi valittiin kaltevuuksien osalta 15 m, jotta virhe pinta-aloissa ei ainakaan suurentuisi.

Myös työn kuormitusyksikköjen määrässä oli hieman epävarmuutta. Määritettäessä väestöä valuma-alueelle, osa väestöstä jäi juuri valuma-alueen reunan ulkopuolelle. Näitä asukkaita ei laskettu kuuluvaksi valuma-alueelle, mutta kyseisten henkilöiden kuormitus voi kuitenkin kohdistua ainakin osittain valuma-alueelle. Tällaisia tapauksia oli noin 10 koko valuma-alueella. Sama ongelma muodostui vakituksille ja vapaa-ajan asunnoille, jolloin osasta pois jätettyjen asuntojen kuormituksesta voi tulla Hormajärven ilman, että rakennuksen paikka on merkitty valuma-alueelle tai otettu mukaan arvioon. Väestö ja rakennukset on esitetty Lohjan paikkatietoaineistoissa pisteinä, mikä vaikeuttaa muun muassa rakennuksen täsmällisen sijainnin määrittämistä. Sama ongelma oli myös 200 m ranta-alueen reunalla. Lisäksi vapaa-ajan asukkaiden määrän arvioinnissa oletettiin, että kaikki vapaa-ajan asunnot ovat käytössä, mikä voi aiheuttaa virhettä tuloksiin. Tämän lisäksi virhettä kuormitusarvioon aiheuttivat myös lähtötiedot, sillä ne olivat eri vuosilta. Maanpeitetiedot olivat vuodelta 2012, väestödata oli vuodelta 2014, rakennusdata vuodelta 2017, kiinteistörekisteri vuodelta 2017 ja tiedot viemäriverkostosta vuodelta 2017.

Muita epävarmuuden lähteitä kuormitusarviossa voivat olla esimerkiksi peltojen suuri lannoitusmäärä, pistekuormituslähteiden puutteellinen kartoitus, puutteellinen tieto metsätalouden vesiensuojelutoimenpiteistä ja viherrakentamisen päästöt (Tattari et al. 2015). Esimerkiksi osaan Hormajärven laskevista puroista on kunnostettu (Heiskanen et al. 2011), mutta näiden toimien vaikutusta ei huomioitu kuormitusarvioissa. Kaikkia kuormitusta lisääviä ja vähentäviä toimia ei voida ominaiskuormitusmenetelmässä ottaa huomioon. Isojen valuma-alueiden kuormituslaskennassa yksittäiset poikkeavuudet vaikuttavat tulokseen vähemmän kuin pienellä valuma-alueella. Isojen valuma-alueiden tarkastelussa kuitenkin virhe paljon

kuormittavan tekijän keskimääräisten ominaiskuormituksessa voi aiheuttaa suuren virheen tuloksissa. (Puustinen et al. 2010, Launiainen et al. 2014.) Suurilla valuma-alueilla ei myöskään pystytä ominaiskuormituskertoimilla ottamaan huomioon alueiden etäisyyttä vesistöön nähden tai vesistön sisäisiä prosesseja, jotka voivat olla merkittäviä erityisesti pidemmillä vesistöreiteillä. Ominaiskuormituksen laskemisessa myös valuma-alueen sisäiset pidäty-misprosessit, kuten sedimentoituminen vesistöissä, jäävät huomiotta. (Launiainen et al. 2014.)

Epävarmuutta kuormituksen arviointiin tulevaisuudessa tuo myös ilmastonmuutoksesta joh-tuva lämpeneminen (Finér et al. 2010, Tattari et al. 2015). Jos lämpötila alueella on pitkiä aikoja lähellä sulamispistettä, ilmaston lämpeneminen voi aiheuttaa hydrologisten olosuh-teiden merkittävän muuttumisen. Esimerkiksi Etelä-Suomessa valunnan määrä voi talvella kasvaa, ja viimeisten vuosikymmenien aikana suojasääjaksot talvisin ovat yleistyneet eteläi- sessä Suomessa. Ilmaston muutos aiheuttaa epävarmuutta muun muassa taustakuormituksen tasoon ja metsätaloustoimenpiteistä peräisin olevan kuormituksen arviointiin. (Finér et al. 2010.) Lisäksi roudan väheneminen lisää ravinteiden ja kiintoaineen huuhtoutumista, kun ne kulkeutuvat pintavalunnan mukana vesistöön. Ilman ilmaston lämpenemistä maa olisi talvi- sin jäässä ja lumikerroksen peittämä, mikä estäisi ravinteiden huuhtoutumista. (Tattari et al. 2015, Tattari et al. 2017.)

6 Johtopäätökset

Nykyiset rantojen mitoituseriaatteen perustuvat rakennuspaikkojen määrään rantakilometrillä. Tällöin muun muassa vesiensuojelun näkökulma jäävä vähemmälle huomiolle. Työssä tavoitteena oli tarkastella asumisen maankäyttömuutosten vaikutuksia vesistökuormitukseen Lohjan Hormajärven valuma-alueella. Työssä luotiin Hormajärven valuma-alueelle viisi erilaista maankäytön skenaarioita, ja laskettiin niille kuormitusarvot ominaiskuormituslukujen avulla.

Hormajärven veden laatu on heikentynyt 1970-luvulla tyydyttävään ja järvi on alkanut rehevöityä. Hormajärven ekologinen tila on nykyään tyydyttävä ja fysikaalis-kemiallinen tila hyvä. Hormajärven vedenlaatua pyritään parantamaan erilaisilla vesienhoitotoimenpiteillä vesienhoitosuunnitelman tavoitteiden mukaisesti, ja tärkeä osa veden laadun parantamisessa on ulkoisen kuormituksen vähentäminen. 200 m ranta-alueen typpikuormituksen osuudet valuma-alueen typpikuormituksesta olivat skenaarioissa välillä 57–60 % ja kokonaisfosforikuormituksen osuus olivat välillä 49–54 %. Ranta-alueen maapinta-alan osuus valuma-alueen maapinta-alasta oli noin 40 %. Hormajärven ranta-alueella syntyi siis enemmän vesistökuormitusta pinta-alaa kohden kuin muualla valuma-alueella. Tämä johtui pääasiassa siitä, että noin 98 % vapaa-ajan asunnoista ja 69 % väestöstä sijaitsivat ranta-alueella. Hormajärvellä on kokoonsa nähden melko pieni valuma-alue, jolloin melko pienilläkin muutoksilla maankäytössä voi olla vaikutusta järven tilaan etenkin, jos muutos tapahtuu suuressa kuormittajassa.

Skenaarioiden perusteella lasketuista kuormitusarvioista voitiin selvästi nähdä kuormitusten muutokset eri skenaarioissa. Pelloista tontteja -skenaariolle saatiin kaikista pienimmät typpi- ja fosforikuormitukset, kun maatalousmaata korvattiin asumisella. Suurin kokonaiskuormitus typpikuormituksen osalta oli Mökki kodiksi -skenaariolla. Suurin fosforikuormitus oli Nolla+ -skenaariolla ja toiseksi suurin Mökki kodiksi -skenaariolla. Suuret kuormitukset aiheutuivat Mökki kodiksi -skenaariossa vapaa-ajan asuntojen käyttötarkoitusten muutoksesta, minkä perusteella laajoja käyttötarkoitusten muutoksia ei voida näiden tulosten perusteella suositella Hormajärven valuma-alueella ainakaan kohteille, jotka eivät ole liittyneet viemäriverkostoon. Skenaarioissa peltujen kuormitus pinta-alaa kohden oli suurempaa kuin muilla maankäyttömuodoilla, etenkin fosforin osalta. Typpikuormituksessa myös metsätalouden osuus korostui maatalouden rinnalla. Hormajärven valuma-alueella metsätalouden osuus kuormituksesta oli suuri, koska valuma-alue oli metsätalousvaltainen.

Asumisen maankäytön muutosten, kuten asukkaiden ja asuinrakennusten määrän, vaikutus vesistökuormitukseen oli nähtävissä skenaarioiden kuormitusarvioiden tuloksista. Kun tarkasteltiin vakituisen ja vapaa-ajan asumisen maankäytön muutosten vaikutusta kuormituksen määrään huomattiin, että viemäriverkostoon liittyminen oli tärkeä tekijä ravinnekuormituksen pienentämisessä. Vakituisen asumisen määrän lisääminen etenkin viemäriverkoston ulkopuolisilla kiinteistöillä lisäsi vesistökuormituksen määrää (esimerkiksi Pelloista tontteja -skenaariossa). Vapaa-ajan asutus aiheutti vähemmän kuormitusta pinta-alaa kohden kuin vakituinen asutus. Asumisen maankäyttömuutosten aiheuttamat kuormituksen vaihtelut skenaarioiden välillä olivat selvästi näkyvillä kuormitusarvioissa, mutta verrattuna muiden maankäyttömuotojen, kuten maatalouden, kuormitukseen ja kokonaiskuormitukseen, asumisen kuormitusmäärät eivät kuitenkaan olleet dominoivia. Lisäksi osa asumisen maankäyttömuutoksista oli kärjistettyjä ja melko radikaaleja, kuten vapaa-ajan asuntojen käyttötarkoitusten muutokset ja peltujen muuttaminen asumisen käyttöön, mutta niitä vastaavat kuormitustulokset eivät kuitenkaan olleet kuitenkaan yhtä kärjistyneitä.

Kuormituksen arviointiin liittyi epävarmuutta. Ominaiskuormitusluvut ja niiden oikea valinta olivat merkittävä epävarmuuden lähde kuormituksen arvioinnissa. Virhettä tuloksiin aiheutti myös maapinta-alojen ja pistemäisten kuormittajien lukumäärien määrittäminen sekä työssä tehdyt oletukset ja yleistykset. Lisäksi tulevaisuudessa ilmastomuutoksesta aiheutuva lämpeneminen voi aiheuttaa epävarmuutta vesistökuormituksen arviointiin.

Hormajärven valuma-alueella maankäyttöä tulisi tarkastella ja suunnitella niin, ettei ulkoisen kuormituksen määrää lisittäisi, mikä helpottaisi vesienhoitosuunnitelman tavoitteiden toteutumista. Koska liittyminen viemäriverkostoon oli tehokas tapa vähentää asumisen kuormitusta, uusien asuntojen rakentamista vesihuoltoverkoston ulkopuolisille alueille tulisi välttää Hormajärven valuma-alueella. Lisäksi kaikki olemassa ja käytössä olevat asunnot kannattaisi liittää vesihuollon piiriin, mikäli se on mahdollista. Vesiensuojelun kannalta paras toimintatapa maankäytön suunnittelussa Hormajärven valuma- ja ranta-alueilla olisi valita aina edellistä maankäytön muotoa vähemmän kuormittava vaihtoehto, jolloin ulkoisen kuormituksen määrä vähenisi. Esimerkiksi maatalous kuormittaa pinta-alaansa nähden voimakkaasti, jolloin peltojen maankäytön muuttamista voisi harkita. Jos rantojen maankäytön suunnittelua halutaan laajentaa varsinaisten ranta-alueiden ulkopuolelle, kannattaa suunnittelussa huomioida myös pienempien uomien, kuten purojen tai ojien, rannat. Varsinkin pienten uomien, joissa on ympäri vuoden vettä, rannoilta kulkeutuu vesistöön ravinnekuormitusta tehokkaasti. Lisäksi maatalous, metsätalous ja asutus olivat skenaarioissa suuria vesistökuormituksen lähteitä Hormajärvellä, jolloin maatalouden ja asutuksen määrään lähellä rantaa ja valuma-alueella kannattaa kiinnittää aina huomiota alueen maankäytön suunnittelussa. Myös vastaanottavan vesistön herkkyys ravinnekuormitukselle kannattaa huomioida suunnittelussa.

Vesiensuojelun ja rantojen maankäytön suunnittelun yhteen sovittaminen on ongelmallista, sillä pelkällä rantojen suunnittelulla tai mitoittamisella ei voida vaikuttaa aina kovinkaan paljon ulkoisen kuormituksen määrään, varsinkaan suurilla valuma-alueilla. Vesiensuojelun kannalta on olennaista tarkastella koko valuma-alueelta tulevan kuormituksen määrää pelkän ranta-alueen sijaan. Lisäksi pelkän asumisen aiheuttaman vesistökuormituksen tarkastelu ei vesiensuojelun kannalta ole riittävää, vaan kaikki kuormituslähteet on huomioitava.

Työn ominaiskuormituslukuihin perustuva kuormituksen arviointi voidaan toistaa myös muilla valuma-alueilla. Maankäyttöskenaarioiden kuormituksen arvioinnin tarkastelussa selviää, minkälaisille maankäytön muutoksille valuma-alue tai sen osa on herkkä. Myös vesistökuormituksen suuruusluokka ja jakauma maankäyttötyypeille selviävät kuormituksen arvioinnissa. Lisäksi työn skenaarioiden parametreja voidaan muokata ja sovittaa muiden alueiden tarpeisiin.

Lähdeluettelo

2000/60/EY. *Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 23.10.2000 yhteisön vesipolitiikan puitteista*. EYVL Nro L 327/1, 22.12.2000.

2008/56/EY. *Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 17.6.2008 yhteisön meriympäristöpolitiikan puitteista (meristrategiadirektiivi)*. EYVL Nro L 164/19.

91/271/ETY. *Neuvoston direktiivi 21.5.1991 yhdyskuntajätevesien käsittelystä*. EYVL Nro L135, 30.5.1991.

91/676/ EY. *Neuvoston direktiivi 12.12.1991 vesien suojelemisesta maataloudesta peräisin olevien nitraattien aiheuttamalta pilaantumiselta*. EYVL Nro L 375, 31.12.1991.

A 1250/2014. *Asetus eräiden maa- ja puutarhataloudesta peräisin olevien päästöjen rajoittamisesta*. Helsinki. Ympäristöministeriö. 18.12.2014.

A 157/2017. *Valtioneuvoston asetus talousjätevesien käsittelystä viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla. Jätevesiasetus*. Helsinki. Ympäristöministeriö. 3.4.2017.

A 209/2011. *Valtioneuvoston asetus talousjätevesien käsittelystä viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla*. Helsinki. Ympäristöministeriö. 15.3.2011.

A 2/2000. *Vuoden 1992 Itämeren alueen merellisen ympäristön suojelua koskeva yleissopimus*. Helsinki. Ulkoasiainministeriö. 14.1.2000.

Ahti, E., Joensuu, S., Nieminen, M., Nousiainen, H. & Vuollekoski, M. 2005. *Vesiensuojelu suometsätaloudessa*. Teoksessa: Ahti, E., Kaunisto, S., Moilanen, M. & Murtovaara, I. (toim.). *Suosta metsäksi. Suometsien ekologisesti ja taloudellisesti kestävä käyttö. Tutkimuksen loppuraportti*. Vammala: Metsäntutkimuslaitos. 379 s. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 947. ISBN 951-40-1987-3.

Antikainen, R., Holmberg, M., Kauppila, J., Kauppila, P., Ketola, T., Korpinen, P., Lepistö, A., Lepistö, L., Pietiläinen, O., Pitkänen, H., Rantanen, P., Rekolainen, S., Räike, A., Santala, E., Similä, J., Tamminen, T. & Vuorenmaa, J. 2009. *Yhdyskuntien typpikuormitus ja pintavesien tila*. Pietiläinen, O. (toim.). Helsinki: Suomen ympäristökeskus. 71 s. Suomen ympäristö 46/2008. ISBN 978-952-11-3281-0.

Euroopan komissio. 1999. *ESDP - Euroopan aluesuunnittelun ja kehityksen suuntaviivat. Kohti Euroopan unionin alueen tasapainoista ja kestävästä kehitystä*. Luxemburg: Euroopan yhteisöt. 83 s. ISBN 92-828-7663-2.

Finér, L., Mattsson, T., Joensuu, S., Koivusalo, H., Laurén, A., Makkonen, T., Nieminen, M., Tattari, S., Ahti, E., Kortelainen, P., Koskiahho, J., Leinonen, A., Nevalainen, R., Piirainen, S., Saarelainen, J., Sarkkola, S. & Vuollekoski, M. 2010. *Metsäisten valuma-alueiden vesistökuormituksen laskenta*. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. 33 s. Suomen Ympäristö 10/2010. ISBN 978-952-11-3756-3.

Hallberg, P., Haapanala, A., Koljonen, R., Ranta, H. & Reinikainen, J. 2015. *Maankäyttö- ja rakennuslaki*. 3. painos. Helsinki: Alma Talent. 1487 s. ISBN 978-952-14-2021-4.

Hannuksela, M. & Ryyänen, A. 12.2.2016. *Lohjan kaupungin vesihuollon kehittämissuunnitelma*. [Viitattu 15.10.2017]. Saatavissa: http://www.paikkatieto.airix.fi/tietopankki/lohja/vhks/e27372_lohja_vhks.pdf.

HE 251/2016. *Hallituksen esitys eduskunnalle laiksi maankäyttö- ja rakennuslain muuttamisesta*. Helsinki. Ympäristöministeriö. 24.1.2016.

Heiskanen, A. 2017. *Hormajärvi-yhdistys ry - Diplomityö*. [yksityinen sähköpostiviesti]. Helsinki. 22.8.2017.

Heiskanen, A., Karjalainen, R., Rouhiainen, I., Ikäheimonen, R., Lindblom, S., Ventelä, R., Salo, T., Hongisto, V. & Lindberg, W. 2011. *Hormajärven huoltokirja. Tilannekatsaus järven nykytilaan ja hoitosuunnitelma vuosille 2012-2016*. Hormajärvi-yhdistys ry. 46 s.

Helminen, V., Nurmio, K., Rehunen, A., Ristimäki, M., Oinonen, K., Tiitu, M., Kotavaara, O., Antikainen, H. & Rusanen, J. 2014. *Kaupunki-maaseutu-alueuokitus – Paikkatietoihin perustuvan alueuokituksen muodostamisperiaatteet*. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. 60 s. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 25/2014. ISBN 978-952-11-4357-1.

Jarva, A. 2005. *Rantojen maankäytön suunnittelu*. Helsinki: Ympäristöministeriö. 172 s. Ympäristöopas 120. ISBN 951-731-300-4.

Jarva, A. & Riipinen, J. 2012. *Kyläyleiskaavoitus*. Helsinki: Ympäristöministeriö. 116 s. Suomen ympäristö 3/2012. ISBN 978-952-11-3978-9.

Karonen, M., Mäntykoski, A., Nylander, E & Lehto, K. (toim.). 2016a. *Vesien tila hyväksi yhdessä. Kymijoen-Suomenlahden vesienhoitoalueen vesienhoitosuunnitelma vuosiksi 2016–2021*. Helsinki: Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. 219 s. Raportteja 132/2015. ISBN 978-952-314-350-0.

Karonen, M., Mäntykoski, A., Lankiniemi, V., Nylander, E., Lehto, K. & Jalava, L. 2016b. *Uudenmaan vesienhoidon toimenpideohjelma vuosille 2016-2021*. Helsinki: Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. 132 s. Raportteja 134/2015. ISBN 978-952-314-352-4.

Kenttämies, K. & Mattsson, T. (toim.). 2006. *Metsätalouden vesistökuormitus. MESUVE-projektin loppuraportti*. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. 160 s. Suomen ympäristö 816. ISBN 952-11-2171-8.

Kløve, B., Tuukkanen, T., Marttila, H., Postila, H. & Heikkinen, K. 2013. *Turvetuotannon kuormitus – kirjallisuuskatsaus ja asiantuntija-arvio turvetuotannon vesistökuormitukseen vaikuttavista tekijöistä*. Jyväskylä: Keski-Suomen ELY-keskus. 30 s. ISBN 978-952-257-505-0.

Knuutila, S. Svendsen, L. M. Staaf, H. Kotilainen, P. Boutrup, S. Pyhälä, M. & Durkin, M. 2011. *The Fifth Baltic Sea Pollution Load Compilation (PLC-5)*. Helsinki: Helsinki Commission. 217 s. Baltic Sea Environment Proceedings No. 128. ISSN 0357-2994.

Kortelainen, P., Mattsson, T., Finér, L., Ahtiainen, M., Saukkonen, S. & Sallantausta, T. 2006. *Controls on the export of C, N, P and Fe from undisturbed boreal catchments, Finland*. Aquatic Sciences. [Verkkolehti]. Vol. 68:4. S. 453–468. [Viitattu 6.6.2017]. Saatavissa: DOI 10.1007/s00027-006-0833-6. ISSN 1015-1621.

Kotola, J. & Nurminen, J. 2003. *Kaupunkialueiden hydrologia - valunnan ja ainehuuhtouman muodostuminen rakennetuilla alueilla. Osa 1: kirjallisuustutkimus*. Espoo: Teknillinen korkeakoulu. 92 s. Teknillisen korkeakoulun vesitalouden ja vesirakennuksen julkaisuja 7. ISBN 951-22-6495-1.

Krebs, G., Rimpiläinen, U. & Salminen, O. 2013. *How does imperviousness develop and affect runoff generation in an urbanizing watershed?* Fennia - International Journal of Geography. [Verkkolehti]. Vol. 191:2. S. 143–59. [Viitattu 17.10.2017]. Saatavissa: DOI: 10.11143/7794. ISSN 1798-5617.

L 1093/1996. *Metsälaki*. Helsinki. Maa- ja metsätalousministeriö. 12.12.1996.

L 1096/1996. *Luonnonsuojelulaki*. Helsinki. Ympäristöministeriö. 20.12.1996.

L 119/2001. *Vesihuoltolaki*. Helsinki. Maa- ja metsätalousministeriö. 9.2.2001.

L 1299/2004. *Laki vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä*. Helsinki. Ympäristöministeriö. 30.12.2004.

L 132/1999. *Maankäyttö- ja rakennuslaki*. Helsinki. Ympäristöministeriö. 5.2.1999.

L 35/1987. *Koskiensuojelulaki*. Helsinki. Ympäristöministeriö. 23.1.1987.

L 527/2014. *Ympäristönsuojelulaki*. Helsinki. Ympäristöministeriö. 27.6.2014.

L 555/1981. *Maa-aineslaki*. Helsinki. Ympäristöministeriö. 24.7.1981.

L 587/2011. *Vesilaki*. Helsinki. Oikeusministeriö. 27.5.2011.

L 62/1991. *Erämaalaki*. Helsinki. Ympäristöministeriö. 17.1.1991.

L 620/2010. *Laki tulvariskien hallinnan*. Helsinki. Maa- ja metsätalousministeriö. 24.6.2010.

Laitinen, J., Nieminen, J., Saarinen, R. & Toivikko, S. 2014. *Paras käyttökelpoinen tekniikka (BAT). Yhdyskuntien jätevedenpuhdistamot*. Helsinki: Ympäristöministeriö. 81 s. Suomen ympäristö 3/2014. ISBN 978-952-11-4286-4.

Launiainen, S., Sarkkola, S., Laurén, A., Puustinen, M., Tattari, S., Mattsson, T., Piirainen, S., Heinonen, J., Alakukku, L. & Finér, L. 2014. *KUSTAA -työkalu valuma-alueen vesistökuormituksen laskentaan*. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. 55 s. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 33/2014. ISBN 978-952-11-4374-8.

Lohjan kaupunki. 2017. *Lohjan karttapalvelu*. [Internet-sivu]. [Viitattu 5.10.2017]. Saatavissa: <https://karttapalvelu.lohja.fi/>.

Lohjan kaupunki. 14.1.2015a. *Lohjan ympäristönsuojelumääräykset – yksityiskohtaiset perustelut*. [Viitattu 3.10.2017]. Saatavissa: <http://www.lohja.fi/default.asp?kieli=246&sivu=527&alasivu=527>.

Lohjan kaupunki. 11.3.2015b. *Rakennusjärjestys*. [Viitattu 1.10.2016]. Saatavissa: <http://www.lohja.fi/default.asp?alasivu=409>.

Mattsson, T., Finér, L., Kortelainen, P. & Sallantausta, T. 2003. *Brook water quality and background leaching from unmanaged forested catchments in Finland*. Water, Air, and Soil Pollution. [Verkkolehti]. Vol. 147: 1–4. S. 275–297. [Viitattu 20.5.2017]. Saatavissa: DOI: 10.1023/A:1024525328220. ISSN 1573-2932.

Mäenpää, M. & Tolonen, S. 2011. *Kooste vesienhoitoalueiden vesienhoitosuunnitelmista vuoteen 2015*. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. 118 s. Suomen ympäristö 32/2011. ISBN 978-952-11-3925-3.

Niemelä, T. 2017. *Lohjan Hormajärven valuma-alueella toteutettu maastokatselmus 20.04.2017*. [Internet-sivut]. [Viitattu 24.9.2017]. Saatavissa: http://www.hormajarvi.fi/Pdf/Ojien_maastokatselmus.pdf.

Nieminen, M. & Ahti, E. 2005. Hakkuun ja maanmuokkauksen vaikutus huuhtoumiin. Teoksessa: Ahti, E., Kaunisto, S., Moilanen, M. & Murtovaara, I. (toim.). *Suosta metsäksi. Suo- metsien ekologisesti ja taloudellisesti kestävä käyttö. Tutkimuksen loppuraportti*. Vammala: Metsäntutkimuslaitos. 379 s. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 947. ISBN 951-40-1987-3.

Peltola, A. (toim.). 2014. *Metsätilastollinen vuosikirja 2014*. Tampere: Metsäntutkimuslaitos. 468 s. ISBN 978-951-40-2505-1 (PDF).

Peltola-Thies, J. 2005. Rakennetun ympäristön aiheuttama vesistökuormitus. Teoksessa: Vakkilainen, P., Kotola, J. & Nurminen, J. (toim.). *Rakennetun ympäristön valumavedet ja niiden hallinta*. Helsinki: Ympäristöministeriö. 116 s. Suomen ympäristö 776. ISBN 951-731-319-5.

Puustinen, M., Turtola, E., Kukkonen, M., Koskiahho, J., Linjama, J., Niinioja, R. & Tattari, S. 2010. *VIHMA—A tool for allocation of measures to control erosion and nutrient loading from Finnish agricultural catchments*. Agriculture, Ecosystems and Environment. [Verkkolehti]. Vol. 138: 3–4. S. 306–317. [Viitattu 6.6.2017]. Saatavissa: DOI: 10.1016/j.agee.2010.06.003. ISSN 0167-8809.

Puustinen, M. & Väisänen, S. (toim.). 2010. *Maatalouden ja vesistökuormituksen hallinta - seuranta, mallit ja kustannustehokkaat toimenpiteet vesienhoidon toimenpideohjelmassa*. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. 134 s. Suomen ympäristö 23/2010. ISBN 978-952-11-3797-6.

- Rautanen, S. 2002. *Haja-asutusalueet ja jätevesien käsittely - kokemuksia kunnista*. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. 92 s. Suomen ympäristö 574. ISBN 952-11-1217-4.
- Rontu, M. & Santala, E. (toim.). 1995. *Haja-asutuksen jätevesien käsittely*. Helsinki: Vesi- ja ympäristöhallitus. 64 s. Vesi- ja ympäristöhallituksen julkaisuja 584. ISBN 951-47-9130-4.
- Sillanpää, P., Bilaletdin, Ä., Kaipainen, H., Frisk, T. & Sallantausta, T. 2006. *Metsätalouden aiheuttaman kuormituksen laskentamenetelmä*. Tampere: Pirkanmaan ympäristökeskus. 41 s. Suomen ympäristö 817. ISBN 952-11-2174-2.
- SYKE. 2016a. *Latauspalvelu LAPIO*. [Internet-sivu]. [Viitattu 3.1.2017]. Saatavissa: http://paikkatieto.ymparisto.fi/lapio/lapio_flex.html#app=3d81&c3ad-selectedIndex=0.
- SYKE. 2016b. *Maankäyttö- ja maanpeiteaineistojen tuottaminen CORINE Land Cover 2012 -hankkeessa*. [Internet-sivu]. [Viitattu 3.1.2017]. Saatavissa: <http://www.syke.fi/maanpeiteseuranta>.
- SYKE. 2016c. *Paikkatietoanalyysien tuloksia*. [Internet-sivu]. [Viitattu 3.1.2017]. Saatavissa: [http://www.syke.fi/fi-FI/Avoin_tieto/Paikkatietoaineistot/Paikkatietoanalyysien_tuloksia\(37720\)](http://www.syke.fi/fi-FI/Avoin_tieto/Paikkatietoaineistot/Paikkatietoanalyysien_tuloksia(37720))
- SYKE. 2017. *Ympäristötiedon hallintajärjestelmä Hertta*. [Internet-sivu]. [Viitattu 9.2.2017] Saatavissa: <https://www.wp2.ymparisto.fi/scripts/hearts/welcome.asp>.
- Tattari, S., Koskiahho, J., Kosunen, M., Lepistö, A., Liljama, J. & Puustinen, M. 2017. *Nutrient loads from agricultural and forested areas in Finland from 1981 up to 2010—can the efficiency of undertaken water protection measures seen?* Environmental Monitoring and Assessment. [Verkkolehti]. Vol. 189:3. [Viitattu 17.9.2017]. Saatavissa: DOI 10.1007/s10661-017-5791-z. ISSN 0167-6369.
- Tattari, S., Puustinen, M., Koskiahho, J., Röman, E. & Riihimäki, J. 2015. *Vesistöjen ravinnekuormituksen lähteet ja vähentämismahdollisuudet*. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. 78 s. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 35/2015. ISBN 978-952-11-4534-6.
- Tattari, S. & Linjama, J. 2004. *Vesistöalueen kuormituksen arviointi*. Vesitalous. Vol. 3. S. 26–30. ISSN 0505-3838.
- Ulvi, T. & Lakso, E. (toim.). 2004. *Järvien kunnostus*. Helsinki: Suomen ympäristökeskus. 336 s. Ympäristöopas 114. ISBN 951-37-4337-3.
- Vakkilainen, P., Kotola, J. & Nurminen, J. (toim.). 2005. *Rakennetun ympäristön valumavedet ja niiden hallinta*. Helsinki: Ympäristöministeriö. 116 s. Suomen ympäristö 776. ISBN 951-731-319-5.
- Valjus, J. 2003. *Hormajärven hajakuormitusselvitys*. Lohja: Lohjan ympäristölautakunta. 76 s. Julkaisu 3/03. ISBN 952-9518-40-4.

Valtioneuvosto. 13.11.2008. *Valtioneuvoston päätös valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden tarkastamisesta*. [Viitattu 1.10.2016]. Saatavissa: http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Elinymparisto_ja_kaavoitus/Maankayton_suunnitteluja_rjestelma/Valtakunnalliset_alueiden_kayttotavoitteet.

Vuorenmaa, J. 2004. *Long-term changes of acidifying deposition in Finland (1973-2000)*. Environmental Pollution. [Verkkolehti]. Vol. 128:3. S. 351–362. [Viitattu 17.5.2017]. Saatavissa: DOI: 10.1016/j.envpol.2003.09.014. ISSN 0269-7491.

Vuorenmaa, J., Juntto, S. & Leinonen, L. 2001. *Sadeveden laatu ja laskeuma Suomessa 1998*. Helsinki: Suomen ympäristökeskus & Ilmatieteenlaitos. 115 s. Suomen ympäristö 468. ISBN 9521108746 9789521108747.

Vuorenmaa, J., Rekolainen, S., Lepistö, A., Kenttämies, K. & Kauppila, P. 2002. *Losses of Nitrogen and Phosphorus from Agricultural and Forest Areas in Finland during the 1980's and 1990's*. Environmental Monitoring and Assessment. [Verkkolehti]. Vol. 76:2. S. 213–248. [Viitattu 17.5.2017]. Saatavissa: DOI: 10.1023/A:101558401441. ISSN 1573-2959.